URSACHE UND MECHANISMUS

DER ENTSTEHUNG

DES ERWORBENEN PLATTFUSSES

NEBST

HINWEISUNG AUF DIE INDIKATIONEN
ZUR BEHANDLUNG DESSELBEN

VON

DR. G. HERMANN VON MEYER,
ORDENTL. PROFESSOR DER ANATOMIE IN ZÜRICH.

JENA,
VERLAG VON GUSTAV FISCHER.
1883.

Vorwort.

Ich biete hiermit den Chirurgen und Orthopäden eine Studie, um deren freundliche Aufnahme ich sie ersuche. Zu derselben haben mich theilweise meine Studien über den Mechanismus des gesunden Fusses geführt, indem der Plattfuss ja nur die Aeusserung übertriebener Einwirkung derjenigen Belastungen ist, unter welchen der Fuss auch unter normalen Verhältnissen steht, und indem genaueres Studium der Erfolge dieser übertriebenen Einwirkungen viel Aufklärung über die Wirkung der normalen Belastungs- und Widerstandsverhältnisse zu geben im Stande sein musste. — Theilweise führten mich dazu auch meine fortgesetzten Studien über die von mir zuerst im Jahre 1857 angeregte Schuhfrage, indem es unverkennbar ist, dass schlechtes Schuhwerk ebenso sehr eine wichtige ätiologische Beziehung zum Plattfusse haben muss, wie richtig gebautes Schuhwerk eine grosse therapeutische oder palliative Bedeutung für diese Missgestaltung gewinnen kann.

Ich durfte auf die mir ferner stehende eigentlich praktische Seite meiner Studien nicht weiter eingehen, durfte aber doch auf Grund derselben einige Hinweisungen auf die Aetiologie und auf die Indikationen zur Behandlung beifügen. Mögen die Praktiker dieselben unbefangen prüfen! Es würde mir eine besondere Genugthuung sein, wenn ich finden dürfte, dass sich meine Winke nützlich und brauchbar erweisen würden.

Selbstverständlich hat mich nur der erworbene Plattfuss beschäftigt, indem der angeborene, von falscher Lagerung des Fötus herrührend, nicht auf bestimmte Gesetze zurückgeführt werden kann.

An das vorliegende Heft sollen sich später noch ein Heft über die normalen Verhältnisse des Fussmechanismus und ein anderes über den Klumpfuss anschliessen.

Somit empfehle ich denn dieses Schriftchen der freundlichen Berücksichtigung und Prüfung der in der Praxis thätigen Kollegen.

Zürich im Dezember 1882.

Hermann von Meyer.

Inhalt.



Einleitung.

Die geläufige Ansicht stellt als das Grundleiden bei dem Plattfuss ein Einsinken des Fussgewölbes beziehungsweise ein Herabsinken des Astragalus hin. Es ist indessen nicht zu verkennen, dass dieses mehr eine symptomatologische Definition als eine ätiologische Charakterisirung dieser Missbildung ist, und dass deshalb die Frage nach der eigentlichen Ursache dieses Einsinkens oder Herabsinkens eine gerechtfertigte ist. Die Frage, deren Beantwortung eine genetische Definition des Plattfusses geben muss wird in Wirklichkeit auch gestellt und in verschiedener Weise beantwortet; von einer Seite wird auf Erschlaffung derjenigen Muskeln hingewiesen, deren Sehnen unter dem inneren Knöchel hingehen, und von anderer Seite auf die Erschlaffung von Bändern der Fusssohle, wobei natürlich zunächst an diejenigen Bänder zu denken ist, welche die Hauptstütze des Fussgewölbes sind, nämlich das ligamentum calcaneo-cuboideum plantare und das ligamentum calcaneo-naviculare plantare. Da indessen der Nachweis des Vorhandenseins von solchen Erschlaffungen nicht gegeben wird, so ist es wohl erlaubt vorauszusetzen, dass deren Annahme sich nur auf aprioristische Reflexionen stützt.

Unter solchen Verhältnissen war es natürlich, dass ich mich von dem Stande der Plattfussfrage nicht befriedigt finden konnte und den Versuch unternahm, eine genetische Charakterisirung des Plattfusses zu gewinnen. Ich musste mich umsomehr dazu aufgefordert fühlen, als auf eine genetische Auffassung dieser Missbildung sich die Indikationen für deren Verhütung und Heilung zu stützen haben; denn wenn diese Indikationen sich nach den beiden Grundsätzen „principiis obsta“ und „morbos si vis tollere, tolle causas“ zu richten haben, so muss man die principia und die causae kennen, um ihnen in entsprechender Weise entgegentreten zu können.

Grundgestalt des Plattfusses.

Der Plattfuss ist nicht ein eingesunkenes Gewölbe.

Ich richtete meine Untersuchung zuerst auf die allgemein vorausgesetzte Erschlaffung der Bänder und wählte hierfür 6 Füsse, welche als normal angesehen werden konnten, und 7 Plattfüsse höheren oder geringeren, zum Theil sehr hohen Grades. — War Dehnung oder Erschlaffung der beiden oben bezeichneten plantaren Bänder die Ursache der Deformität, so musste sich dieses durch vergleichende Messung an diesen Füssen herausstellen.

Es schwankte nun die absolute Länge des lig. calcaneo-naviculare, welches allein eine genaue Messung zulässt und in der vorliegenden Frage auch als das wichtigste erscheinen muss, bei den normalen Füssen zwischen 27 Mm und 37 Mm, — bei den Plattfüssen zwischen 22 Mm und 40 Mm, oder nach Ausschluss zweier kleineren einem 17jährigen Mädchen angehörigen Füsse zwischen 27 Mm und 40 Mm [1]). Der Unterschied zwischen diesen Grössen ist viel zu unbedeutend, als dass ihm irgend eine Wichtigkeit beigemessen werden dürfte, am wenigsten eine ätiologische bei den zum Theil sehr hochgradigen Plattfüssen, welche zum Vergleiche verwendet wurden.

Ferner wurde, um auf andere Weise eine Antwort auf die gleiche Frage zu gewinnen eine vergleichende Messung des Umfanges des Fusses vorgenommen: Beruhte die Plattfussbildung auf einem Einsinken des Astragalus und einem Flachlegen des inneren Fussgewölbes, so musste der innere Fussrand bei dem Plattfusse entschieden grösser sein, als bei dem gesunden Fusse, der äussere Fussrand aber musste bei beiden gleich sein. Zur

---

[1]) Die Messung wurde zur Ausschliessung von Willkürlichkeiten nicht an dem Bande selbst ausgeführt, sondern ging auf die Entfernung des vordersten Punktes des sustentaculum tali von dem höchsten Punkte der tuberositas ossis navicularis.

Messung wurden die oben bezeichneten Füsse mit Ausnahme der beiden Kinderfüsse benutzt [1]).

Die absoluten Masse des äusseren Fussrandes schwankten bei den normalen Füssen zwischen 15,5 cm und 17 cm (Mittel 16,4 cm), — bei den Plattfüssen zwischen 14,5 cm und 16 cm (Mittel 15,2 cm). —

Diejenigen des inneren Fussrandes bei den normalen Füssen zwischen 18 cm und 21 cm (Mittel 19,8 cm), — bei den Plattfüssen zwischen 18 cm und 20,5 cm (Mittel 19,7 cm).

Es ist auffallend, dass die Länge des inneren Fussrandes bei den gemessenen Plattfüssen sowohl in den Gränzen der Schwankungen als in dem Mittel vollständig mit der Länge des inneren Fussrandes der gemessenen normalen Füsse übereinstimmt, während der äussere Fussrand bei den Plattfüssen sowohl in den Schwankungsgränzen wie in dem Mittel sich um mehr als einen Centimeter kürzer zeigt als bei den normalen Füssen. — Man ist berechtigt aus dieser Thatsache zu schliessen, dass das innere Fussgewölbe bei den Plattfüssen nicht gedehnt oder gestreckt; folglich auch nicht eingesunken sein könne, — ein Schluss, auf welchen auch schon die vorher erwähnte Nicht-Dehnung des lig. calcaneo-naviculare hinweist. Dagegen ist man aber dadurch zugleich darauf aufmerksam gemacht, dass bei dem Plattfusse eine Verkürzung des äusseren Fussrandes als eine bezeichnende Veränderung zu erkennen sei. — Dass und warum dieses wirklich der Fall ist, wird bei einer späteren Gelegenheit gezeigt werden.

Das soeben ausgeführte Verhältniss tritt noch deutlicher hervor, wenn man für die einzelnen Fälle den inneren Fussrand gleich 100 setzt und danach das absolute Mass des äusseren Fussrandes reduzirt. Die Grössen des äusseren Fussrandes schwanken dann bei den normalen Füssen zwischen 78,0 und 87,2 (Mittel. 83,2) bei den Plattfüssen aber zwischen 73,0 und 80,0 (Mittel. 77,2).

---

[1]) Die Messung des inneren Fussrandes begann an dem Mittelpunkte der hinteren Fläche des Kalkaneus und folgte der Oberfläche der Knochen unterhalb des sustentaculum tali hindurch bis zu dem Mittelpunkte des Metatarsusköpfchens der grossen Zehe. — Diejenige des äusseren Fussrandes begann an dem gleichen Punkte und folgte den Knochenflächen bis zu dem Mittelpunkte des Metatarsusköpfchens der kleinen Zehe.

Der Plattfuss ist ein umgelegtes Gewölbe.

Wenn es sich nun durch die angeführten Thatsachen herausstellt, dass die Abplattung des Fusses, welche dem Plattfusse den Namen gegeben hat, nicht durch ein senkrechtes Einsinken des Gewölbes aus Dehnung der plantaren Bänder zu Stande kommt, dennoch aber unzweifelhaft der Scheitel des Gewölbes am Boden liegt, so ist nur noch eine Möglichkeit für die Entstehung der fraglichen Missbildung vorhanden, nämlich ein Umlegen des Gewölbes nach innen, also eine Valgität des Fussgelenkes.

Da nun aber das Fussgelenk durch den Meniskus-Charakter des Astragalus in zwei Gelenke zerfällt, so muss vor allen Dingen die Frage entstehen, in welchem dieser beiden Gelenke die Valgität zu erkennen sei, ob in demjenigen zwischen Unterschenkel und Astragalus oder in demjenigen zwischen Astragalus und der übrigen Fusswurzel.

Auf das Verhältniss der Astragalusrolle zu der ihr entsprechenden Gelenkfläche des Unterschenkels habe ich bei allen Plattfüssen, welche ich untersucht habe, geachtet. Bei einzelnen konnte ich allerdings eine gewisse Ungenauigkeit des gegenseitigen Anschlusses der beiden Gelenkflächen wahrnehmen; indessen war eine solche weder konstant, noch zeigte sie sich da, wo sie vorhanden war, von solcher Bedeutung, dass man ihr den Hauptgrund für die Valgität des Fusses hätte beimessen dürfen.

Es blieb also noch zu untersuchen; ob und in wie weit das Gelenk zwischen Astragalus und der übrigen Fusswurzel hierfür anzuschuldigen sein dürfte.

Für diesen Zweck wurde zuerst das Lagenverhältniss des Astragalus zu der Fusssohle in der Vertikalprojektion auf den Boden untersucht. Um aber diesem Verhältnisse im Interesse einfacherer Anschauung eine mathematische Schematisirung zu geben, wurden Astragalus und Fusssohle in folgender Weise auf einfache Formen zurückgeführt:

statt des ganzen Astragalus wurde der am höchsten gelegene Punkt der mittleren Führungslinie seiner Rolle gewählt, indem in diesem der Mittelpunkt der belasteten Fläche der Rolle gegeben war;

statt der Fusssohle wurde ein Dreieck gewählt, dessen drei Ecken die Mittelpunkte der Ferse, des Metatarsusköpfchens I und des Metatarsusköpfchens V waren. — Der Be-

quemlichkeit wegen seien die drei Seiten dieses Dreieckes als „Grosszehenlinie", „Kleinzehenlinie" und „Metarsuslinie" bezeichnet und die drei Ecken als „Grosszehenwinkel", „Kleinzehenwinkel" und „Fersenwinkel."

Der Untersuchung dienten:

1. Ein durchaus schön und normal gebauter jugendlich weiblicher Fuss mit gut gewölbtem Fussrücken (I).
2. Ein anscheinend gut gebauter jugendlich männlicher Fuss, welcher sich indessen bei genauerer Untersuchung als ein Plattfuss geringeren Grades erwies (II).
3. Ein anscheinend gut gebauter männlicher Fuss, welcher aber bei genauerer Untersuchung sich ebenfalls als ein Plattfuss geringeren Grades, wenn auch eines höheren als II, erwies. — Die tuberositas ossis metatarsi V berührte jedoch den Boden nicht (III).
4. Ausgesprochene Plattfüsse höheren Grades, welche in dem Früheren schon erwähnt sind, darunter V der linke und VII der rechte Fuss des 17jährigen Mädchens, welche aus einer früheren Untersuchung ausgeschlossen waren (IV—X).

Zuerst wurden die Fussdreiecke mit einander verglichen, indem die Winkel derselben vergleichend gemessen wurden. Folgende Tabelle gibt die gefundenen Masse:

	Grosszehenwinkel	Kleinzehenwinkel	Fersenwinkel
normaler Fuss I	66°	85°	29°
Plattfüsse II	64°	84°	32°
„ III	59°	90°	31°
„ IV	61°	90°	29°
„ V	67°	89°	24°
„ VI	54°	98°	28°
„ VII	63°	92°	25°
„ VIII	57°	100°	23°
„ IX	54°	95°	31°
„ X	53°	99°	28°
Mittel für II—X	59°	93°	28°

Die Schwankungen dieser Masse sind der Art, dass man versucht sein könnte, sie als individuelle Schwankungen anzusehen, oder sie von dem Zustande des Präparates herzuleiten, indem IV—X als Bänderpräparate ausgearbeitet waren. Indessen lässt doch eine genauere Beachtung der Zahlen einen interessanten Umstand erkennen. Vergleicht man nämlich die Mittel aus den Massen der Plattfüsse, so findet man, dass das Mittel des Fersenwinkels sehr genau mit dem Mass des Fersenwinkels an dem normalen Fusse I übereinstimmt, während dagegen das Mittel des Kleinzehen-

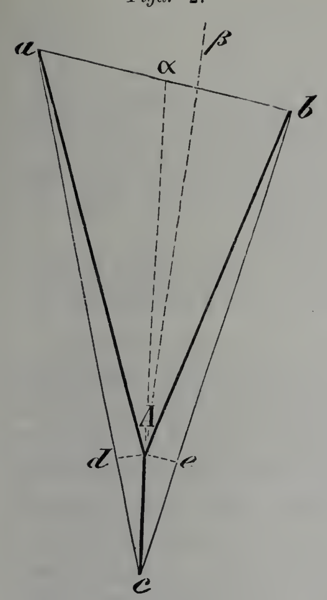
winkels um 8° grösser und dasjenige des Grosszehenwinkels um 7° kleiner ist, als die entsprechenden Masse des normalen Fusses I. — Diese Thatsache stimmt in sehr bemerkenswerther Weise mit dem früher gefundenen Satze, dass an dem Plattfusse der äussere Fussrand, welchen hier die Kleinzehenlinie vertritt, im Verhältniss kürzer ist, als der innere Rand. — Auf die gleiche Basis *ab* der Grosszehenlinie mit gleichem Fersenwinkel = 29° konstruirt, würde also das Plattfussdreieck *abd* in seiner Kleinzehenlinie *bd* um *cd* kürzer sein als die Kleinzehenlinie *bc* des normalen Fussdreieckes *abc* (Fig. 1).

Figur 1.

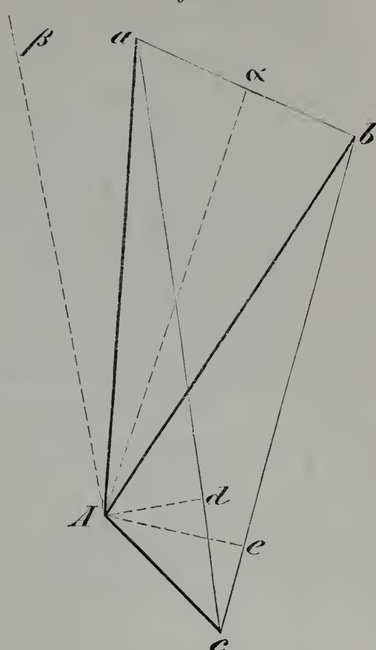
Für die vorliegende Untersuchung über die Lage des Astragalus zu dem Fussdreieck in der Projektion auf den Boden ist indessen dieses Verhältniss von geringerem Belang, namentlich da für die einschlägigen Bestimmungen nur der der Ferse nähere Theil des Dreieckes massgebend wird.

Die Untersuchung über die Lage der Projektion des Astragaluspunktes lehrte nun, dass unter allen verwendeten Füssen bei dem normalen Fusse I allein die Projektion desselben in das Fussdreieck fiel, dass also bei diesem allein die durch diese Projektion bezeichnete Schwerlinie durch die drei genannten Punkte der Sohlenfläche unterstützt wurde. In allen anderen Füssen fällt die Projektion des Astragaluspunktes nach innen von der Grosszehenlinie, zum Theil sehr weit nach innen. — Für graphische Erläuterung dieser Verhältnisse dienen nebenstehende Figuren 2 und 3, deren erste (2) die Projektion für den normalen Fuss I und deren zweite (3) diejenige für den Plattfuss VIII darstellt. In diese Zeichnungen sind zugleich, um dieselben plastischer zu machen, die Projektionen der Grosszehenstütze, der Kleinzehenstütze und der Fersenstütze gegeben, d. h. derjenigen Linien, welche die bezeichneten Punkte mit dem Astragaluspunkte verbinden, oder die geraden Linien der Uebertragung der Schwere auf die drei Eckpunkte des Fussdreieckes; — die ebenfalls eingetragenen Linien: „Flexionsebene des Astragalus“ und „Mittellinie des Fusses“ werden später ihre Verwendung finden.

Figur 2.



Figur 3.



abc Fuss dreieck.
A Projektion des Astragaluspunktes.
ac Grosszehenlinie.
cb Kleinzehenlinie.
ab Metatarsuslinie.
Ad Senkrechter Abstand des Astragaluspunktes (in der Projektion) von der Grosszehenlinie.
Ae Senkrechter Abstand des Astragaluspunktes (in der Projektion) von der Kleinzehenlinie.
Aa, *Ab*, *Ac* Projektion der Verbindungslinien des Astragaluspunktes mit den Eckpunkten des Fussdreieckes.
Aa Grosszehenstütze.
Ab Kleinzehenstütze.
Ac Fersenstütze.
Aα Mittellinie des Fusses.
Aβ Flexionsebene der Astragalusrolle.

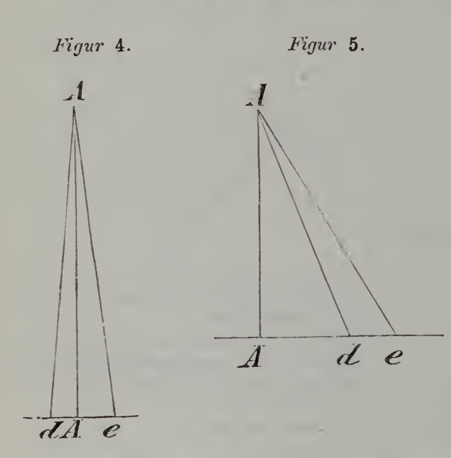
Durch Hülfe dieser graphischen Methode, welche für die Fixirung der Befunde an allen Füssen angewendet wurde, stellte sich in der Projektion der senkrechte Abstand *Ad* des Astragaluspunktes *A* von der Grosszehenlinie *ac* und der senkrechte Abstand *Ae* des Punktes *A* von der Kleinzehenlinie *cb* folgendermassen heraus:

		Ad	*Ae*
normaler Fuss I	*A* zwischen *ac* u. *cb*	6 Mm	9 Mm
Plattfüsse II	*A* nach innen von *ac*	1 „	16 „
„ III	„	6 „	24 „
„ IV	„	9,5 „	23 „
„ V	„	9 „	19 „
„ VI	„	22,5 „	34 „
„ VII	„	15 „	26 „
„ VIII	„	23 „	35 „
„ IX	„	20 „	35 „
„ X	„	29,5 „	37 „

Die Zahlen dieser Tabelle geben genügend Zeugniss dafür, dass bei den Plattfüssen die Lage der Projektion des Astragalus gegen das Fussdreieck eine entschieden innere ist, — mit anderen Worten: dass die Schwerlinie nicht durch das Fussdreieck unterstützt wird, sondern nach innen von demselben hinabfällt. Die Breite der Astragalusrolle VI—X zu 30 Mm gesetzt, kommt sogar bei den Füssen VI—X die ganze Astragalusrolle nach innen von der Grosszehenlinie des Fussdreieckes zu liegen.

Die Valgusstellung des Fusses als charakteristisch für den Plattfuss ist damit unzweifelhaft sicher gestellt.

Deutlicher wird dieses noch durch die folgende, graphische Darstellung Fig. 4 und 5, in welche zugleich die Höhe des Astragaluspunktes über dem Boden aufgenommen ist. In dieser sind die Linien *Ad* und *Ae* (Fig. 2 und 3) und das Projektionsperpendikel *AA* des Astragaluspunktes *A* zur Konstruktion von rechtwinkeligen Dreiecken benutzt, deren Hypotenuse in der Ebene des senkrechten Abstandes des Projektionspunktes *A* von *ac* und *cb* den Grad der seitlichen Verschiebung des Fussdreieckes und durch den Winkel der Hypotenusen gegen den Boden zugleich den Grad der Valgität unmittelbar anzeigt. — Beide Dreiecke liegen in der Zeichnung in derselben Ebene, wenn sie auch in Wirklichkeit eine Winkelstellung zu einander haben.



Die Ergebnisse der Durchführung dieser graphischen Methode für alle untersuchten Füsse gibt folgende Tabelle. Die beiden erläuternden Figuren 4 und 5 gehören zu denselben Füssen wie Figuren 2 und 3, — also Figur 4 zu dem normalen Fuss I, Figur 5 zu dem Plattfuss VIII.

		Winkel *AdA*	Winkel *AeA*	Mittel zwischen *AdA* u. *AeA*
normaler Fuss I	*AA* fällt zwischen *d* u. *e*	95°	83°	89°
Plattfüsse II	*AA* nach innen von *d* u. *e*	89°	79°	84°
,, III	,,	85°	73°	79°
,, IV	,,	82°	71°	76°
,, V	,,	78°	65°	71,5°
,, VI	,,	72°	64°	66°
,, VII	,,	71°	59°	65°
,, VIII	,,	68°	59°	63,5°
,, IX	,,	68°	56°	62°
,, X	,,	64°	59°	61,5°

Während also der mittlere Neigungswinkel beider Hypotenusen gegen den Boden bei dem normalen Fusse I annähernd ein Rechter ist, sinkt er bei den Plattfüssen bis zu 61,5°, ist somit um etwa ein Drittel durch Auswärtsverschiebung der durch das Fussdreieck gegebenen Basis vermindert. Zugleich ist, wie der Vergleich von Fig. 4 und Fig. 5 lehrt, der Astragaluspunkt *A* durch seine Neigung nach einwärts in entsprechendem Grade dem Boden genähert. In Fig. 4 ist er 80 Mm, in Fig. 5 aber nur 59 Mm über dem Boden.

Grundursache der Umlegung ist Ueberdrehung des Astragalus.

Nachdem durch diese Thatsachen der Beweis erbracht ist, dass die Plattfussbildung nicht durch ein *Einsinken* des Fussgewölbes entsteht, sondern durch ein *Umlegen* desselben nach innen, kann die Frage nach dem primum movens dieser Missgestaltung nicht mehr auf die Ursache der angenommenen Schwäche der Stützen des Gewölbes gehen, und die Kontroverse, ob Erschlaffung der plantaren Fusswurzelbänder oder Schwächezustände der Muskeln, deren Sehnen unter dem inneren Knöchel hindurchgehen, die mangelhafte Stützung des Gewölbes veranlassen, wird damit hinfällig.

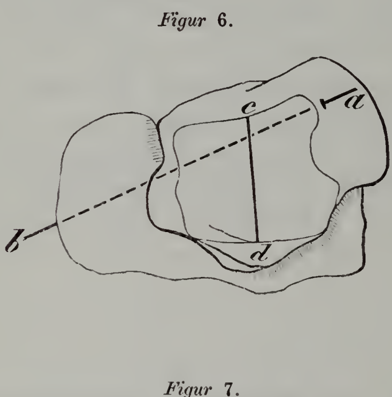
Die Frage nach dem primum movens wird vielmehr jetzt so zu stellen sein: *durch welche Umstände wird die Projektion des Astragalus nach innen von der Grosszehenlinie gelegt?*

Unbestrittene Thatsache ist es, dass zu starke Belastung des Fusses Plattfussbildung veranlasst. Vieles Stehen, namentlich einbeiniges, gewohnheitsgemässiges Tragen schwerer Lasten, wozu

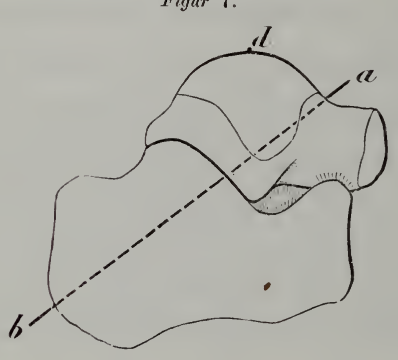
auch ein zu grosses eigenes Körpergewicht gehört, übertriebenes Gehen werden deshalb ohne Widerspruch als die Ursachen für Erzeugung des Plattfusses angegeben. Für die Beantwortung oben gestellter Frage wird deshalb zuerst zu untersuchen sein, welchen Einfluss die Belastung des Astragalus auf diesen ausübt.

An anderem Orte[1]) habe ich den Nachweis geliefert, dass die Bewegung des Astragalus gegenüber der übrigen Fusswurzel um eine schief liegende Axe zu Stande kommt, welche von der inneren Seite der oberen Fläche des Astragalus-Halses in die Mitte des unteren Randes der hinteren Fläche des Kalkaneus geht.

Figur 6.



Figur 7.



In Fig. 6 und 7 ist diese Axe *ab* zum Theil nach empirischer Bestimmung eingezeichnet, — in Fig. 6 von oben, — in Fig. 7 von aussen. — Die Linie *cd* in Fig. 6 bezeichnet annähernd genau die obere Ansicht der Axe der Astragalusrolle für die Breite dieser Rolle und der Punkt *d* in beiden Figuren den Endpunkt dieser Linie auf dem äusseren Rande der Rolle. — Da diese Linie parallel der wirklichen Axe der Astragalusrolle ist, so weisen deren Lagenveränderungen auch unmittelbar auf entsprechende Lagenveränderungen dieser Axe selbst hin.

Der Anblick dieser Figuren, namentlich der Fig. 7, lässt nun sogleich erkennen, dass bei einer solchen Drehung des Astragalus, bei welcher der Kopf desselben nach innen bewegt wird, der Punkt *d* eine Bewegung nach abwärts und vorwärts machen muss,

[1]) Müller's Archiv 1853 S. 376—378. — Statik und Mechanik des menschl. Knochengerüstes S. 382—386. — Lehrbuch der menschl. Anatomie. III. Aufl. S. 151—152.

während der andere Endpunkt *c* der Linie *cd* eine geringere Bewegung im entgegengesetzten Sinne ausführt. — Durch diese Bewegung *d* nach vorwärts und von *c* nach rückwärts erhält demnach die Flexionsebene der Astragalusrolle eine Richtung mehr nach innen oder mehr gegen die grosse Zehe hin; — durch die Bewegung von *d* nach abwärts und von *c* nach aufwärts erhält aber zugleich die Astragalusrolle eine Neigung, in welcher bei dem aufstehenden Fusse das äussere Ende ihrer Axe dem Boden oder; was das Gleiche ist, der Fusssohlenfläche näher ist.

Man kann sich von diesen Verhältnissen an dem eigenen Fusse sehr leicht unterrichten. Senkt man an dem freischwebenden Fusse die Fussspitze, so bewegt sich der äussere Fussrand nach abwärts und einwärts, der Astragaluskopf wird auf dem Fussrücken frei sichtbar oder fühlbar und die Flexionsebene des Unterschenkels gegen die Astragalusrolle ist mehr gegen die kleine Zehe hin gerichtet. Hebt man dann wieder die Fussspitze, so hebt sich der äussere Fussrand wieder nach auswärts und nähert sich dadurch der Spitze des äusseren Knöchels, welche annähernd das äussere Ende der Axe der Astragalusrolle bezeichnet; der Kopf des Astragalus taucht dabei in die Fläche des Fussrückens und die Flexionsebene des Unterschenkels gegen die Astragalusrolle ist mehr gegen die grosse Zehe gerichtet. — Führt man dieselben Bewegungen bei aufgesetzter Fusssohle durch Bewegung des Unterschenkels aus, so hebt sich bei Nachahmung der Fussstreckung der Astragaluskopf nach aussen über die Fläche des Fussrückens hervor und der äussere Knöchel (äusseres Ende der Axe der Astragalusrolle) hebt sich vom Boden ab; — bei Nachahmung der Hebung der Fussspitze verschwindet dagegen der Astragaluskopf wieder in der Ebene des Fussrückens nach innen und unten und der äussere Knöchel nähert sich dem Boden.

Die Grösse dieser Bewegungen bestimmte ich an dem mehr erwähnten normalen Fusse I dahin, dass in der grössten Exkursion zwischen Auswärtsstellung und Einwärtsstellung des Astragaluskopfes der Punkt *d*, um aus der ersten dieser Stellungen in die zweite zu gelangen gegen den ruhend gedachten Punkt *c* um 17 Mm nach vorwärts und um 6 Mm nach abwärts sich bewegte. — Die angegebene Bewegung von *d* nach vorwärts geschah mit einer in der Vertikal-Projektion bestimmten Winkeldrehung von 26°; — um ebensoviel bewegte sich also auch die senkrecht zu *cd* (und zugleich zu der Axe der Astragalusrolle) gestellte Flexionsebene des Unterschenkels von der Kleinzehenseite gegen die Gross-

zehenseite. — Die Bewegung von *d* nach abwärts geschah mit einer in der Horizontal-Projektion nach hinten gemessenen Winkeldrehung von 9°.

Bei dem beginnenden Plattfusse II zeigten sich schon sehr wesentliche Verschiedenheiten. In der Vertikal-Projektion war hier zwischen den beiden extremen Stellungen von *d* eine Verschiedenheit um 21 Mm, hervorgebracht durch eine Winkeldrehung von 31,5° — und in der Horizontal-Projektion nach hinten ein Unterschied von 14 Mm, hervorgebracht durch eine Winkeldrehung von 19,5°.

Geht man von der extremsten Stellung des Astragaluskopfes nach aussen als dem durch die Belastung nicht beeinflussten Punkte aus, so zeigen sich für die Veränderung der Lage des Punktes *d*, des Vertreters des äusseren Endpunktes der Astragalusaxe, folgende Unterschiede.

	Vertikalprojektion		Horizontalprojektion	
	Vorwärtsbewegung von *d*	Drehung der Astragalusaxe	Senkung von *d*	Drehung der Astragalusaxe
Normaler Fuss I	17 Mm	26°	6 Mm	9°
Plattfuss II	21 „	31,5	14 „	19,5

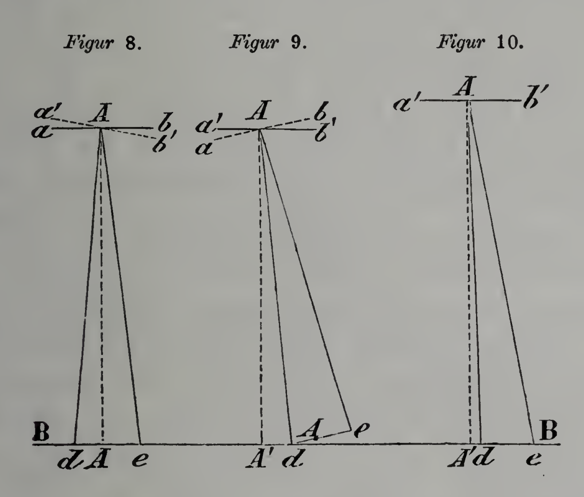
Von diesen Unterschieden wird uns derjenige in der Horizontal-Projektion am wichtigsten, indem er die verschiedene Neigung der Astragalusaxe unmittelbar anzeigt[1]). — Wir finden nämlich, dass in dem beginnenden Plattfusse der Astragalus eine Drehung von 10,5° seines Punktes *d* nach abwärts mehr erfährt, um aus der extremsten Stellung nach aussen in die extremste Stellung nach innen zu gelangen. Da nun aber die letztere die Stellung des belasteten Astragalus ist, so ergibt sich hieraus, dass die Astragalusaxe bei dem beginnenden Plattfusse in der Belastung um 10,5° mehr gegen den Boden (oder die Fusssohle) geneigt ist, als bei dem normalen Fusse und zwar durch Senkung ihres äusseren Endpunktes.

Wenn nun vorausgesetzt werden muss, dass in dem belasteten Fusse die Axe der Astragalusrolle in ihrer Lage stets durch die Gelenkfläche des Unterschenkels bestimmt wird, und dieser Beziehung entsprechend stets eine horizontale Lage einnimmt, so ist es

---

[1]) Es ist zwar nicht die wirkliche Neigung, sondern nur deren Horizontalprojektion und deshalb etwas zu gross; für das Hauptergebniss der Untersuchung ist indessen dieser Punkt von nur untergeordneter Bedeutung.

unverkennbar, dass die gefundenen 10,5° Unterschied in der Neigung der Astragalusrollen-Axe gegen den Boden nicht in einer wirklichen Lagenveränderung dieser Axe gefunden werden können; sondern durch Hebung des äusseren Fussrandes in die Erscheinung gebracht werden müssen, d. h. *dass die Axe der Astragalusrolle bei Uebertreibung der Drehung des Astragalus ihren Parallelismus mit dem Boden beibehält und dass das Plus der Drehung als eine Valgusbewewegung des Fusses gegen den Astragalus in die Erscheinung tritt.*



Figur 8. *Figur* 9. *Figur* 10.

Obenstehende Figuren 8, 9 und 10 werden diesen Satz erläutern. Für das Entwerfen derselben sind die Grundsätze leitend gewesen, welche bereits in den Figuren 4 und 5 benutzt worden sind. — Man erkennt in Fig. 8 die Fig. 4 wieder, welche für den normalen Fuss I die Beziehungen der aus dem Astragalus wirkenden Schwerlinie (Projektionsperpendikel des „Astragaluspunktes") *AA* zu der Grosszehenlinie in *d* und der Kleinzehenlinie in *e* darstellt; die Figur ist aber noch ergänzt durch Hinzufügung der Axe *ab* der Astragalusrolle, welche dem Boden parallel ist. — Diese Zeichnung gibt annähernd genau die Verhältnisse der Horizontal-Projektion nach hinten wieder; wenn auch die beiden Dreiecke *AAd* und *AAe* nicht in derselben Ebene liegen (vgl. Fig. 2); — ferner ist zu beachten, dass die Linie *ab* eigentlich nicht die Axe der Rolle des Astragalus ist, sondern die Linie *cd* der Fig. 6; sie kann aber wegen des Parallelismus mit dieser Axe für das Folgende deren Stelle vertreten und deshalb

als „Astragalusaxe" bezeichnet werden, indem durch sie diejenigen Beziehungen dieser Axe, welche hier wichtig sind, unmittelbar angegeben werden. — Durch die oben erwähnte Drehung des Astragalus um weitere 10,5° für den Plattfuss II erhält nun die Astragalusaxe die Lage *a'b'* und verändert dadurch ihre Winkel zu *Ad* und *Ae*. Da nun aber die Astragalusaxe auch in dieser veränderten Lage zu der Fusssohle, welche durch die Linie *de* angedeutet ist, ihre durch den Unterschenkel bestimmte horizontale Lage beibehalten muss, so entsteht das Verhältniss, welches in Fig. 9 dargestellt ist; — der äussere Rand der Fusssohle *e* hebt sich von dem Boden *BB* ab und die Schwerlinie aus dem Astragalus fällt jetzt nicht mehr in den Punkt *A* zwischen *d* und *e*, sondern in den Punkt *A'* nach innen von *d*. — Man vergleiche nun mit dieser Figur die Figur 10, in welcher nach den Grundsätzen der Figuren 4 und 5 die Verhältnisse des Plattfusses II niedergelegt sind; und man wird die Uebereinstimmung nicht verkennen, wenn auch in Fig. 9, welche mit dem oben mitgetheilten Masse der Senkung der Astragalusaxe konstruirt ist, eine stärkere Abweichung der Linien *Ad* und *Ae* von der Senkrechten beobachtet wird, als in der von dem Präparate direkt abgenommenen Fig. 10. — Diese Abweichung erklärt sich ohne Schwierigkeit aus den folgenden Umständen: 1. ist, wie oben schon gelegentlich bemerkt, die Bestimmung des Senkungswinkels der Astragalusaxe etwas zu gross, weil sie der Projektion entnommen ist, in welcher er verkürzt erscheint, und 2. ist die Skizze Fig. 10 dem ruhenden exartikulirten Fusse entnommen, während für die der Konstruktion von Fig. 9 zu Grunde liegenden, oben mitgetheilten Bestimmungen die Masse zwar von demselben Fusse gewonnen wurden, aber mit Nachahmung der Belastung bis zur extremsten Stellung des Astragaluskopfes nach innen.

Aus dieser Entwickelung geht hervor, dass eine (durch zu starke Belastung hervorgerufene) Uebertreibung der Drehung des Astragalus um seine schiefe Axe die Valgusstellung des Fusses gegen den Astragalus einleiten muss; und ist diese einmal so weit gediehen, dass die Schwerlinie nach innen von der Grosszehenlinie fällt, so ist damit die Ursache für immer weiter sich ausbildende Valgität des Fusses gegeben.

Der Ausgangspunkt der Plattfussbildung ist demnach eine Uebertreibung der Drehung des Astragalus um seine untere schiefe Axe.

Die Lage einzelner Knochen.

Nachdem in dem bisher Entwickelten nach Untersuchungen an ganzen oder in Bändern gearbeiteten Füssen sich herausgestellt hat:

1. dass die Bildung des Plattfusses nicht auf einem Einsinken des Fussgewölbes beruht, sondern auf einem Umlegen desselben im Sinne der Valgusstellung, und
2. dass die Einleitung zu diesem Umlegen durch eine Ueberdrehung des Astragalus in seinem Gelenke gegen die übrige Fusswurzel gegeben ist,

gilt es nunmehr, diese beiden Sätze an dem skeletirten Fusse genauer zu begründen.

Für die Untersuchung wurden gewählt: 1. ein durchaus wohlgebildeter männlicher Fuss (I), — 2. ein Plattfuss geringeren Grades (II. 1), — 3. ein Plattfuss höheren Grades, an welchem das os naviculare theilweise noch mit der oberen Fläche des collum astragali artikulirte (II. 2), — 4. und 5. zwei Plattfüsse mittleren Grades von demselben Individuum, der linksseitige (III. 3) und der rechtsseitige (III. 4).

Die Knochen wurden einzeln rein skeletirt und dann je nach Bedürfniss mit ihren Gelenkflächen in der durch die Gestaltung der Gelenkflächen bezeichneten gegenseitigen Lage durch Klebstoff vereinigt. Diese Art der Vereinigung gewährte den Vortheil einer getreueren Wiedergabe ihrer Lagerung im frischen Zustande, als eine Drahtverbindung sie gewährt haben würde, und erhielt zugleich die Knochen für die Einzeluntersuchung intakter und isolirbar.

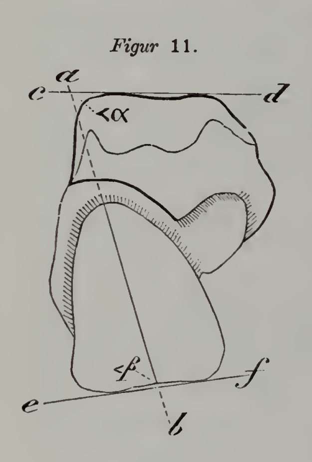
Grosse Schwierigkeit bereitete das Auffinden einer Linie oder einer Ebene, nach welcher die Bestimmungen gemacht werden konnten. Nach mancherlei anderen Versuchen konnte hierfür nur die oberste Querlinie der Astragalusrolle gewählt werden, welche in der aufrechten Stellung dem Boden parallel ist, weil ihre Lage durch die Unterschenkelknochen bestimmt wird.

Valgität des Kalkaneus.

Um die Thatsache der Valgität des Fusses gegenüber dem Astragalus und zugleich den Grad dieser falschen Lagerung zu konstatiren, lag es zunächst, die Lage des Kalkaneus in dem Plattfusse festzustellen, wozu sich die Ansicht von hinten am besten eignete:

Auf die hintere dreieckige Fläche des Kalkaneus wurde eine gerade Linie (Fersenlinie) gelegt, welche den oberen Winkel der von dem Seitendrucke der Achillessehne herrührenden Fläche halbirte (Fig. 11 *ab*). — In senkrechter Visirung auf die hintere Fläche des Kalkaneus wurde sodann der Winkel (Figur 11 $<\alpha$) gemessen, welchen diese Linie mit der in derselben Visirung sichtbaren oberen Kante der Astragalusrolle (Figur 11 *cd*) bildete. Dieser Winkel war für.

Figur 11.



den normalen Fuss	I		84°
die Plattfüsse	II	1	95°
„		2	95°
„		3	101°
„		4	95°
Mittel für die Plattfüsse			96½°.

Es zeigte sich also dem normalen Fuss gegenüber eine Lagenveränderung der Fersenlinie im Sinne der Valgität um 12½° (96½° minus 84°) im Maximum (bei III 3) um 17°. — Die Valgusstellung des Kalkaneus war damit zwar nachgewiesen, aber es musste auffallend erscheinen, dass der Winkelwerth derselben sich als so unbedeutend herausstellte.

Um eine Erklärung für dieses Verhältniss zu finden und zugleich noch eine andere Bestimmung für die Valgität des Kalkaneus zu finden, wurde durch ein auf der Plantarfläche über beide tubercula des Kalkaneus geklebtes Stäbchen eine Linie (Tuberkellinie) gewonnen (Fig. 11 *ef*), und der äussere Winkel (Figur 11 $<\beta$) der Fersenlinie gegen diese Linie in der vorher bezeichneten Visirung bestimmt. Derselbe stellte sich in folgender Weise heraus:

für den normalen Fuss	I	85°
für die Plattfüsse .	II 1	81°
	2	52°
	3	64°
	4	71°
Mittel für die Plattfüsse		67°
Differenz des Mittels gegenüber I . .		18°
„ „ Maximums (II. 2) „ . .		33°

Diese Werthe ermöglichten dann auch mit Zuziehung des bekannten Werthes von $\sphericalangle \alpha$ die Neigung der Tuberkellinie gegen den Boden zu berechnen ($\sphericalangle \alpha - \sphericalangle \beta$). Dieser Winkel war:

für den normalen Fuss	I	— 1°
für die Plattfüsse	II 1	+ 14°
	2	+ 43°
	3	+ 37°
	4	+ 24°
Mittel für die Plattfüsse		+ 29½°.

Das Minuszeichen weist auf einen nach innen offenen Winkel (Hebung des Endes *f* der Tuberkellinie) hin, — das Pluszeichen auf einen nach aussen offenen Winkel (Hebung des Endes *e* der Tuberkellinie).

Die Tuberkellinie zeigt also eine Lagenveränderung im Sinne der Valgität im Mittel um 30½° (29½° + 1°), im Maximum (II. 2) um 44°.

Diese Zahlen weisen demnach auf eine Valgität des Kalkaneus um 30½° hin, während die Zahlen der Fersenlinie auf eine solche von nur 12½° hinweisen; ein Unterschied von 18°! — Wie dieser Unterschied zu erklären sei, zeigt der Winkel zwischen Fersenlinie und Tuberkellinie ($\sphericalangle \beta$). Während nämlich bei dem normalen Fusse die Fersenlinie annähernd senkrecht auf der Tuberkellinie steht, ist sie bei den Plattfüssen im Mittel um 18° mehr gegen die äussere Hälfte der Tuberkellinie geneigt, so dass ihr Winkel gegen diese im Mittel 67° beträgt, während derselbe Winkel an dem normalen Fusse 85° beträgt (85°—67° = 18°), vgl. oben die betreffende Tabelle.

Diese gegenseitige Lagenveränderung der beiden Linien in demselben Knochen weist auf eine Gestaltveränderung in dem Knochen selbst hin. Welche diese aber sei und wodurch sie veranlasst werde, ist unschwer zu erkennen. Untersucht man die obere dreieckige Druckfläche, die durch einen nach hinten vor-

springenden Wulst an ihrer Basis begränzt wird, welcher Wulst die Anheftungsstelle der Achillessehne ist, so findet man, dass dieselbe stets so angeordnet ist, dass die wulstige Basis senkrecht zur Mittellinie der Achillessehne und somit annähernd parallel mit dem Boden gestellt ist. Dieses Verhältniss findet sich bei Plattfüssen ebensowohl, wie bei normalen Füssen. An normalen Füssen ist aber die Tuberkellinie ebenfalls dem Boden parallel (vgl. Fig. 12) und somit ist ein Parallelismus der Tuberkellinie und der Basis jenes Druckdreieckes als das normale Verhältniss anzusehen. Bei den Plattfüssen steht dagegen als Aeusserung der Valgität das äussere Tuberkulum beträchtlich höher als das innere (vgl. Fig. 13) und diesem entsprechend müsste demnach auch die Basis des Druckdreieckes dieselbe Schieflage gegen den Boden haben. Wenn sie aber dieselbe nicht hat, sondern dieselben Beziehungen zur Achillessehne zeigt, welche an dem normalen Kalkaneus zu erkennen sind, so ist daraus zu erschliessen, dass, während der Kalkaneus in die Valguslage ausweicht, der Zug der Achillessehne modellirend auf das obere Ende der hinteren Kalkaneusfläche einwirkt und dieses nach aussen hinaufzerrt oder — um mit den bei der Skoliose gebräuchlichen Ausdrücken zu reden — dass die Achillessehne der oberen Spitze des Kalkaneus eine kompensirende Krümmung ertheilt. — In Fig. 13 ist in punktirten Linien angedeutet, welche Gestalt der obere Theil des hier abgebildeten Plattfuss-Kalkaneus haben müsste, wenn die Beziehungen der wulstigen Ansatzlinie der Achillessehne zu der Tuberkellinie in ihm die normalen wären. Damit ist denn auch zu gleicher Zeit die Grösse der durch die Achillessehne bewirkten Korrektion angegeben, welche in dem vorliegenden Falle 15° beträgt.

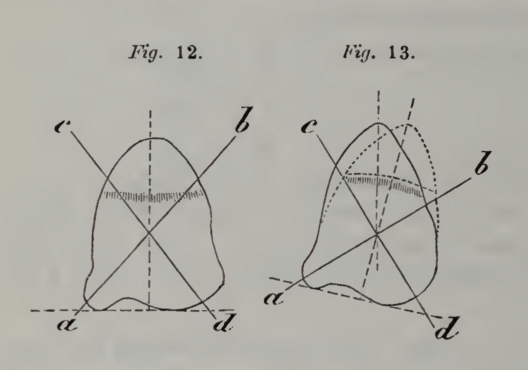


Fig. 12. *Fig.* 13.

Hieraus erklärt es sich, warum an den Plattfüssen die Fersenlinie auf einen geringeren Grad von Valgität hinweist, als die Tuberkellinie.

Die Linien *ab* und *cd* in Fig. 12 und 13 finden erst in Späterem ihre Verwendung.

Ohne Zweifel begründet der soeben ausgeführte Umstand auch die Thatsache, dass die Valgusstellung des Fusses gegen den Astragalus noch so allgemein als Grunderscheinung des Plattfusses verkannt wird. Die Gestaltung der hinteren Ansicht der Ferse des unversehrten Fusses ist nämlich auf Grund dieser kompensirenden Umgestaltung des Kalkaneus durch die Achillessehne im Ganzen ebenso beschaffen, wie diejenigen eines normalen Fusses; denn man sieht nur die mit dem Normalen übereinstimmende Einfügung der Achillessehne in den Kalkaneus und die Schieflage der Tuberkellinie entzieht sich wegen der starken Umhüllung durch Fett und zähe Weichtheile der Beobachtung, so dass sie die Auffassung nicht beeinflussen kann.

Valgität des Kuboides.

Eine weitere Untersuchung über die Valgusstellung des Fusses gegenüber dem Astragalus richtete sich auf das Kuboides.

Für die betreffende Bestimmung der Lagerung dieses Knochens wurde auf der vorderen, dem Metatarsus zugewendeten Fläche desselben eine Linie gezogen, welche, zwischen deren dorsalem und deren plantarem Rande verlaufend, den Gränzwulst zwischen beiden Metatarsalfacetten senkrecht durchschnitt (Kuboideslinie). In Visirung senkrecht auf die bezeichnete Fläche des Kuboides wurde sodann der Winkel dieser Linie gegen die in dieser Visirung erkennbare obere Gränzlinie der Astragalusrolle gemessen. Dieser Winkel betrug für:

den normalen Fuss	I.		55°	(nach aussen offen).
die Plattfüsse	II.	1.	23°	„ „ „
		2.	18°	„ „ „
		3.	5°	„ „ „
		4.	—5°	nach innen offen

Mittel für die Plattfüsse $12^3|_4$° nach aussen offen.

Hieraus ergibt sich für den Unterschied der Lagerung des Kuboides der Plattfüsse gegenüber der Lagerung desselben in dem normalen Fusse der Winkelwerth von $42^1|_2$° (55° — $12^3|_4$°). Eine Drehung von dieser Grösse hatte also das Kuboides für Einnahme seiner Valgusstellung ausgeführt. Vergleicht man hiermit den durch Hülfe der Tuberkellinie bestimmten Grad der Valgität

des Kalkaneus von $30^1|_2{}^0$, so fällt sogleich der beträchtliche Unterschied beider Bestimmungen auf, welcher nicht weniger als $11^3|_4{}^0$ ($42^1|_4{}^0 - 30^1|_2{}^0$) beträgt.

Dieser Unterschied kann sich auf zweierlei Weise erklären, entweder nämlich hat die Tuberkellinie einen zu niedrigen Grad der Valgität des Kalkaneus angegeben, — oder es ist in Wirklichkeit die Valgität des Kuboides beträchtlicher als diejenige des Kalkaneus.

Die erste dieser beiden Annahmen hat etwas für sich. Bei der Valguslagerung des Kalkaneus wird das tuberculum externum gehoben und das tuberculum internum hat dann allein den Gegendruck des Bodens aufzunehmen. Dieser Umstand kann nicht ohne Einfluss auf seine Gestaltung bleiben; es muss durch Hemmung seiner Entwickelung oder durch Druckatrophie eine verflachte Rundung annehmen, wie dieses auch der Vergleich von Fig. 12 und Fig. 13 erkennen lässt. Deutlicher wird dieses noch durch die Winkelstellung der Mittellinien beider Tuberkula bewiesen. Zieht man nämlich auf jedem Tuberkulum eine Linie, welche, von der grössten Wölbung ausgehend, das Tuberkulum in zwei gleiche Theile zerlegt (vgl. Fig. 12 und 13 *ab* und *cd*), so findet man, dass der nach unten offene Winkel zwischen diesen beiden Linien um $9^3/_4{}^0$ grösser ist bei den Plattfüssen, als bei dem normalen Fusse. Er beträgt nämlich:

für den normalen Fuss	I		86^0
für die Plattfüsse . .	II	1	95^0
		2	97^0
		3	92^0
		4	99^0
Mittel für die Plattfüsse . .			$95^3|_4{}^0$
Winkel für den Fuss I . .			86^0
Differenz			$9^3|_4{}^0$

Durch Hülfe der Einzelwinkel dieser Mittellinien der Tuberkula gegen die Fersenlinie und unter Zuziehung der bekannten Neigung der Fersenlinie lässt sich dann nachweisen, dass diese Differenz davon herrührt, dass das tuberculum internum $12^1|_2{}^0$ weniger Valgusbewegung zeigt, als das tuberculum externum, oder dass die grösste Wölbung des tuberculum internum durch den Gegendruck des Bodens um ebensoviel nach innen verrückt worden ist. — Durch diesen Umstand muss also die Tuberkellinie bei den Plattfüssen eine Neigung von weniger Graden gegen den Bo-

den haben, als sie bei unversehrtem tuberculum internum zeigen würde.

Wenn nun auch dieses Verhältniss einen Theil des Unterschiedes in der gefundenen Valgusstellung des Kalkaneus und des Kuboides erklärt, so ist jener Unterschied von $11^3/_4{}^0$ doch viel zu bedeutend, als dass er hierdurch in seiner ganzen Grösse erklärt werden könnte. Es bleibt deswegen nichts anderes übrig, als anzunehmen, dass in Wirklichkeit die Valgusstellung des Kuboides in den Plattfüssen eine bedeutendere sei, als diejenige des Kalkaneus. — Dass und warum dieses wirklich der Fall ist, wird sich im Späteren zeigen, wo die Art, wie der vordere Theil des Fusses sich in der Verflachung verhält, nachgewiesen werden wird.

Valgität des Plantar-Rhombus.

Eine dritte Art die Valguslage der Fussknochen zu bestimmen wurde in folgender Weise ausgeführt.

An der Plantarseite des Fusses befindet sich eine rhombische Vertiefung (Plantar-Rhombus), gebildet durch die Abdachung des processus anterior calcanei vor dessen dem Ursprunge des ligamentum calcaneo-cuboideum dienendem Höcker gegen das os cuboides hin, — und durch das tuberculum transversum sowie den inneren Rand des os cuboides. Wenn auch die Ränder dieses Rhombus mancherlei Einflüssen in ihrer Entwickelung ausgesetzt sind, so konnte doch ein annähernder Hinweis auf den Grad der Valguslage des Plattfusses durch Hülfe desselben gewonnen werden, jedenfalls aber die Thatsache der Valguslage im Allgemeinen eine weitere Sicherstellung erfahren.

Auf die Ränder dieses Rhombus wurde eine Karte aufgeklebt; — diese Karte wurde dann von vorn so angesehen, dass sie als Linie erschien und hierauf der Winkel dieser Linie gegen die in der gleichen Visirung sichtbare obere Gränzlinie der Astragalusrolle bestimmt. Auf diese Weise wurden folgende Werthe für diesen Winkel gefunden:

normaler Fuss	I.		65 ⁰
Plattfuss . .	II.	1	30 ⁰
		2	14 ⁰
		3	10 ⁰
		4	15 ⁰
Mittel für die Plattfüsse			$17^1/_4{}^0$

Der Plantar-Rhombus zeigte also bei den vier untersuchten Plattfüssen gegenüber dem normalen Fusse eine im Mittel um $47^3/_4{}^0$ ($65^0 - 17^1/_4{}^0$) flachere Lage gegen die Astragalusaxe beziehungsweise den dieser parallelen Boden; er musste also eine Drehung von der gleichen Grösse im Sinne der Valgusbewegung ausgeführt haben.

Durch die drei ausgeführten Hülfsmittel wurden also folgende Grade der Valgus-Senkung des Fusses gegen die Axe der Astragalusrolle gefunden:

durch die Tuberkellinie	$30^1/_2{}^0$
durch die Kuboideslinie	$43^1/_2{}^0$
durch den Plantar-Rhombus	$47^3/_4{}^0$.

Die beiden letzten Werthe stehen einander ausserordentlich nahe; die stärkere Abweichung des ersten der drei Werthe ist oben schon besprochen.

Den einzelnen Zahlen als solchen ist für den Zweck unserer Untersuchung kein besonderer Werth beizumessen, denn es sind nur Mittelwerthe aus vier individuellen Fällen und würden bei anderen Fällen oder einer anderen Zahl von Fällen sich anders gestalten. Nicht minder ist auch nicht zu verkennen, dass Messungen an solchen Gestalten, wie die Fusswurzelknochen sie darbieten, niemals so exakt sein können, wie Messungen an geraden Kanten und Ecken gradliniger Körper, — und ferner ist auch zuzugestehen, dass Winkelmessungen, welche, wie die vorliegenden, nur durch Visiren in einer bestimmten Richtung, also in Projektion, gemacht sind, auch nicht den wirklichen Winkel zwischen zwei Linien, beziehungsweise einer Linie und einer Ebene, sondern nur einen mehr oder weniger nahen Werth desselben angeben können.

Trotz diesen Mängeln ist indessen diesen Zahlen doch der Werth beizumessen, dass sie unzweifelhaft darlegen, dass in der Plattfussbildung eine Flachlegung des ganzen übrigen Fusses gegenüber dem Astragalus stattfindet, während der Astragalus in seiner Lage zum Unterschenkel beharrt. Dass aber diese Flachlegung eine Verschiebung nach aussen, eine Valgität, und nicht ein Einsinken ist, ist in Früherem schon bewiesen.

Rotationsstellung des Astragalus.

Als weitere Aufgabe erschien es, den Grad der Rotationsstellung des Astragalus zu dem übrigen Fusse zu ermitteln, nachdem im Früheren erwiesen war, dass Uebertreibung des Astragalus nach innen das primum movens der Plattfussbildung ist.

Es wurden hierfür zweierlei Methoden angewendet:

Zuerst wurden an den fünf skeletirten Füssen, welche den letzten Untersuchungen über die Grade der Valgität zu Grunde gelegt waren, Messungen in folgender Weise angestellt: Auf die Fersenlinie des Kalkaneus (absteigende Mittellinie der hinteren Fläche dieses Knochens) wurde eine Ebene senkrecht zur hinteren Fläche des Kalkaneus gelegt und nach vorn verlängert. Diese Verlängerung zerschnitt mehr oder weniger genau den processus anterior calcanei in zwei seitliche Hälften. In der Richtung dieser Ebene wurde sodann von oben visirt, so dass die Ebene selbst nur als eine Linie erschien und sodann der Winkel gemessen, welchen die die Flexionsebene bezeichnende Mittellinie der Astragalusrolle mit dieser Linie bildete; der gemessene Winkel, welcher stets nach innen von der durch die Ferse gelegten Ebene lag, betrug:

für den normalen Fuss	I.		7°
für die Plattfüsse	II.	1.	12°
		2.	18°
		3.	19°
		4.	18°
Mittel für die Plattfüsse			$16\frac{3}{4}$°

Wie bei früherer Gelegenheit dargelegt wurde, ist indessen die hintere Fläche des Kalkaneus wegen deren Korrektion durch die Achillessehne nicht ganz geeignet, als Ausgangspunkt für Messungen zu dienen; und es mussten auf Grund dieser Korrektion obige Zahlen zu klein ausfallen. Ausserdem musste sich das Bedürfniss geltend machen, die Lage der Flexionsebene des Astragalus zu dem vorderen Theile des Fusses kennen zu lernen, und dadurch ein deutlicheres Bild von deren Verlegung zu gewinnen, wenn auch vorauszusehen war, dass die Zahlen hierbei zu gross ausfallen mussten, weil, wie früher bereits angedeutet wurde und später weiter ausgeführt werden soll, bei der Plattfussbildung eine Abknickung des vorderen Theiles des Fusses nach aussen stattfindet. Es wurde deswegen bei den in dem Früheren ange-

führten Projektionen von 10 Füssen (einem normalen und 9 Plattfüssen), welche in Fig. 2 und 3 erläutert sind, auch die Flexionsebene der Astragalusrolle ($A\beta$ in Fig. 2 und 3) in der Weise projizirt, dass ein langer Drahtstab auf die Astragalusrolle in der Richtung von deren Flexionsebene gelegt und dieser ebenfalls in die Projektion aufgenommen wurde. Für die Lagenbestimmungen dieser Projektionslinie diente sodann die Grosszehenstütze (Aa), die Kleinzehenstütze (Ab) und die Mittellinie des Fusses ($A\alpha$) d. h. die Linie von A nach dem Mittelpunkte α der Metatarsuslinie. — Nach diesen Messungen lag die Projektionslinie der Flexionsebene der Astragalusrolle gegen die Projektion der

		Grosszehenstütze		Mittellinie		Kleinzehenstütze
		nach aussen	nach innen	nach aussen	nach innen	nach innen
normaler Fuss	I	23°		5°		15°
Plattfüsse	II	15°			6°	28°
	III	6°			13°	35°
	IV		3°		21°	40°
	V		15°		31°	46°
	VI		5°		22°	41°
	VII		20°		36°	51°
	VIII		14°		29°	44°
	IX		8°		27°	48°
	X		17°		33°	51°
Mittel der Plattfüsse . . .		6⁷/₉°			24²/₉°	42²/₃°
Differenz gegen normal . .		29⁷/₉°			29²/₉°	27²/₃°

Durch diese Zahlen ist nicht nur die grössere Drehung des Astragalus gegenüber der übrigen Fusswurzel bewiesen, sondern es ist damit auch zugleich ein neuer bestimmter Hinweis darauf gegeben, dass in der Plattfussbildung nicht ein Einsinken des Fussgewölbes, sondern nur ein Umlegen desselben nach innen zu erkennen ist. Die gefundene Differenz der Flexionsebene der Astragalusrolle beträgt nämlich gegen die Grosszehenstütze $29^7/_9{}^0$, gegen die Mittellinie des Fusses $29^2/_9{}^0$ und gegen die Kleinzehenstütze $27^2/_3{}^0$. Die geringen Verschiedenheiten dieser Zahlen sind Folgen der Häufung unvermeidlicher kleiner Messungsfehler. Nehmen wir zur Ausgleichung dieser Verschiedenheiten als die wirkliche Differenz bei den gemessenen 9 Plattfüssen gegenüber dem normalen Fusse das Mittel aus diesen drei Zahlen mit $28^8/_9{}^0$ an, so finden wir, dass diese Zahl in

einer sehr beachtenswerthen Weise mit der an einem normalen Fussskelette gemessenen Neigung von 24° des vorderen Theiles des Fusses gegen den Boden übereinstimmt, wodurch auf eine *seitliche Umlegung* des Fussgewölbes auf den Boden mit Beibehaltung seiner normalen Spannung hingewiesen wird. Das Plus des Winkels der Projektion der Flexionsebene der Astragalusrolle gegen den vorderen Theil des Fusses bei dem umgelegten Gewölbe ($4\,^8/_9\,^\circ$) erklärt sich aus der schon erwähnten Verschiebung dieses Theiles des Fusses nach aussen bei den Plattfüssen.

Mechanismus der Entwickelung des Plattfusses.

In dem ersten Abschnitte habe ich dargelegt, dass die Bildung des Plattfusses durch ein Umlegen des Fussgewölbes im Sinne der Valguslage des Fusses gegen den Astragalus zu Stande kommt, und habe zugleich zeigen können, wie eine verhältnissmässig geringe Ueberdrehung des Astragalus gegen innen schon genügt, um die Schwerlinie nach innen von der Grosszehenlinie zu werfen und damit die Einleitung zur Valgusstellung des Fusses dem Astragalus gegenüber zu geben.

Ferner habe ich das Vorhandensein der Valguslage an einzelnen Fusswurzelknochen und ebenso das Vorhandensein einer Ueberdrehung des Astragalus nach innen an skeletirten Plattfüssen nachgewiesen.

Sind die hierdurch aufgestellten Sätze richtig, so muss sich, von einer Ueberdrehung des Astragalus ausgehend, der ganze Mechanismus der Plattfussbildung entwickeln und die Gestaltveränderung der einzelnen Fusswurzelknochen hieraus erklären lassen. — Der Versuch hierzu sei in dem Folgenden unternommen.

Astragalus und Kalkaneus.

Ein sehr kräftiger Bänderapparat hemmt sowohl die Bewegung nach aussen, als die Bewegung nach innen, welche der Kopf des Astragalus und mit ihm der ganze Körper desselben abwechselnd während des Freischwebens und während des Aufstehens des Fusses ausführt. Für die Benennung der betreffenden Bewegungen „nach innen" oder „nach aussen" soll wie bisher so auch in dem Folgenden die Bewegung des Kopfes massgebend sein, weil sie diejenige Theilerscheinung der Drehung des Astragalus ist, welche für den Mechanismus des Fusses die meiste Bedeutung gewinnt. — Die Axe, um welche diese Drehung stattfindet, geht,

wie ich früher schon nachgewiesen habe [1]), durch den Hals des Astragalus nach hinten absteigend in die Ferse, so dass der Kopf nach unten von dieser Axe liegt, der Körper aber nach oben und zum grössten Theil nach aussen von derselben (vgl. Fig. 6 und 7). — Aus diesem Verhältnisse geht hervor, dass ein Herabsinken des Astragaluskörpers auf der entsprechenden Gelenkfläche des Kalkaneuskörpers eine Bewegung des Kopfes nach innen zur Folge haben muss, eine Hebung des Astragaluskörpers dagegen eine Bewegung des Kopfes nach aussen. Für gewöhnlich gestalten sich indessen diese Vorgänge in der Weise, dass an dem freischwebenden Beine der Fuss mit seinem vorderen und äusseren Theile so fällt, dass der Kalkaneus gegen den Astragalus der bewegte Theil ist und nach beendeter Bewegung mit dem oberen Theile seiner Trochlea der cavitas glenoides des Astragaluskörpers anliegt; — wird aber das Bein aufgesetzt, so wird der Kalkaneus im Verein mit dem vorderen Theile des Fusses der ruhende Theil und der belastete Astragaluskörper rutscht über die vordere untere Fläche des Kalkaneus nach unten, wodurch dann zugleich der Kopf nach innen getrieben wird.

Eine direkte oder indirekte Hebung des Astragaluskörpers ist also verbunden mit einer Drehung des Kopfes nach aussen, — und ein Herabsinken des belasteten Astragaluskörpers mit einer Drehung des Kopfes nach innen. — Auf diesem letzteren Mechanismus beruht die Feststellung des Fussgewölbes im aufrechten Stehen [2]).

Wenn der belastete Astragaluskörper seine tiefste Stellung gewonnen hat, so liegt er so auf der Rolle des Kalkaneus, dass die unteren Ränder beider Gelenkflächen einander decken. Die Möglichkeit weiterer Bewegung nach unten ist indessen damit, wenigstens soweit die Knochenflächen dafür als bestimmend angesehen werden können, noch keinesweges erschöpft, denn die vor der Kalkaneusrolle liegende Rinne auf dem processus anterior calcanei gestattet noch ein tieferes Herabgleiten des Astragaluskörpers. In normalen Verhältnissen wird dieses aber gehemmt durch die sehr starken Hemmungsbänder für die Rotation des Astragaluskopfes nach innen, nämlich durch das ligamentum obliquum magnum und profundum, durch den äusseren Theil des ligamen-

1) Müller's Archiv 1853, S. 376—378.

2) Vgl. meine Statik und Mechanik des menschlichen Knochengerüstes, S. 381—382 und 385—386.

tum canalis tarsi anterius, durch das ganze ligamentum canalis tarsi posterius und das mit diesem in Kontiguität stehende kurze starke ligamentum talo-calcaneum internum; — unterstützend sind noch die dünneren Bänder: ligamentum talo-calcaneum posterius und ligamentum talo-calcaneum externum. — Ausserdem hemmen auch noch die Widerstände, welche das os naviculare durch seine Verbindung mit den übrigen Fusswurzelknochen der weiteren Bewegung des Astragaluskopfes entgegenstellt.

Die ruhende Lage des belasteten Astragalus im aufrechten Stehen wird also nur durch die bezeichneten Bänder-Widerstände gesichert. — Diese Einrichtung gewährt den grossen Vortheil, dass beim Auftreten die Hemmung des Astragalus durch elastische Widerstände geschieht und deswegen nicht mit einem harten Stosse zu Stande kommt. Es ist derselbe Vortheil, welchen das ligamentum ileo-femorale für das Hüftgelenk, die ligamenta cruciata für für das Kniegelenk und die Symphysenverbindungen für das Becken und die Wirbelsäule gewähren.

Zu starke Belastung muss aber diese Widerstände überwinden, einmalige sehr starke durch Zerrungen der Hemmungsbänder, oft wiederholte kleinere Ueberlastungen aber durch allmähliche Dehnung derselben. — Lastentragen und anhaltendes Gehen, namentlich mit Gepäck, und ebenso gewohnheitsgemässes Stehen auf einem Beine sind als Einwirkungen dieser Art anzusehen.

Die nächste Wirkung einer solchen Uebertreibung der Belastung und der dadurch gesetzten theilweisen Ueberwindung der Widerstände ist ein fortgesetztes Sinken des Astragaluskörpers bis zur Berührung des processus fibularis [1]) desselben mit der Rinne auf dem processus anterior calcanei, natürlich zugleich mit fortgesetzter Drehung des Astragaluskopfes nach innen. Hemmung ist damit nun allerdings wieder gegeben, aber auch zu gleicher Zeit eine solche Schieflage der Axe der Astragalusrolle, wie sie genügt, die Schwerlinie nach innen von der Grosszehenlinie zu werfen und damit eine entschiedene Valguslage des Fusses gegenüber dem Astragalus einzuleiten.

Sollte dieses aber noch nicht der Fall sein und die schädliche Einwirkung fortwähren, so tritt nothwendig eine sekundäre Veränderung der Knochen durch Druckatrophie ein. Die scharfe Ecke des processus fibularis astragali rundet sich ab; die Rinne

---

1) Die äussere untere Ecke des Astragaluskörpers, auf welcher die untere Spitze der Gelenkfläche für die Fibula liegt.

in dem processus anterior calcanei tieft sich aus und in dem Verhältniss, wie diese Veränderungen vor sich gehen, kann die Senkung des Astragaluskörpers fortschreiten und der Kopf des Astragalus weiter nach innen getrieben werden, so dass dann bald, wenn dieses nicht vorher schon geschehen ist, jene die Valgität des Fusses einleitende Schieflage der Axe der Astragalusrolle erreicht ist.

Ist dieser Grad erreicht, dann findet die Schwerlinie keine Unterstützung mehr in dem Fussdreieck und der Gegendruck des Bodens pflanzt sich deswegen nicht mehr von dem Kalkaneus auf den Astragalus fort, sondern geht an dessen äusserer Seite vorbei. Die Folge davon ist, dass der Kalkaneus an der äusseren Seite des durch den Unterschenkel festgehaltenen Astragalus hinaufgedrängt wird. Die Bewegung, welche ihm hierdurch gegeben wird, ist aber wegen seiner Verbindung mit dem Astragalus nicht eine regellose, sondern sie ist für's Erste an eine bestimmte Bahn gewiesen und zwar muss sie um die schiefe Axe des Astragalus geschehen. Wie also an dem frei schwebenden Fusse der Kalkaneus um die schiefe Astragalusaxe nach abwärts und einwärts fällt, so wird er, wenn die Schwerlinie nach innen von der Grosszehenlinie den Boden erreicht, durch den Gegendruck des Bodens um dieselbe Axe nach oben und aussen gedrängt.

Da dieses aber dieselbe Bewegung ist, wie die Drehung des Astragalus nach innen, nur mit dem Unterschiede, dass jetzt der Kalkaneus das Bewegte, der Astragalus aber das Ruhende ist, — so muss an den Berührungsstellen zwischen den beiden Knochen der vorher geschilderte Prozess immer fortschreiten. Der processus fibularis astragali muss sich durch Druckatrophie immer mehr runden und aus dem gleichen Grunde muss sich die Rinne auf dem processus anterior calcanei mehr austiefen, und damit muss allmählich immer mehr Spielraum für die fortgesetzte relative Drehung des Astragalus nach innen gewonnen werden. Je weiter diese aber fortgesetzt wird, um so weiter rutscht auch der Kopf des Astragalus auf das sustentaculum tali hinauf oder vielmehr, da der Kalkaneus das Bewegte ist, rutscht das sustentaculum unter den Kopf des Astragalus in der Richtung nach aussen und vorn. Dasselbe nähert sich dadurch der Schwerlinie und nimmt immer mehr von dem Drucke dieser auf und durch dieses Verhältniss muss das nach innen von der schiefen Astragalusaxe liegende sustentaculum mehr nach unten gedrückt, dadurch also der Körper des Kalkaneus mehr nach oben gedrängt werden.

Die Lagenveränderung des Kalkaneus geschieht demnach alsdann unter der Einwirkung eines Kräftepaares, nämlich der auf das sustentaculum von oben her wirkenden Schwerlinie und des auf den Körper des Kalkaneus von unten her wirkenden Gegendruckes des Bodens.

Auf solche Weise erhält nach und nach unter beständig vermehrter Rotationsstellung des Astragalus nach innen der Kalkaneus eine extreme Valgusstellung dem Astragalus gegenüber.

Astragalus und Unterschenkel.

Zugleich mit diesen wichtigen gegenseitigen Lagenveränderungen zwischen Astragalus und Kalkaneus gehen aber auch noch wichtige Lagenveränderungen zwischen Unterschenkel und dem Komplexe Astragalus-Kalkaneus vor sich. — Die fortgesetzte relative Drehbewegung des Astragalus beschränkt sich nämlich nicht auf diesen allein, sondern es nimmt an demselben auch noch der Unterschenkel Theil und zwar in der Weise, dass dem Fusse gegenüber der innere Knöchel mehr nach hinten weicht und der äussere Knöchel mehr nach vorn; durch diese letztere relative Bewegung wird aber das ligamentum calcaneofibulare stark angespannt und zieht hierdurch den processus posterior calcanei nach hinten hinauf; die Folge hiervon ist aber, dass der processus anterior desselben Knochens und mit ihm der auf ihm ruhende Astragalus hinabgesenkt wird. — Die Axe, um welche diese Senkung geschehen muss, ist aber keine andere als diejenige der Astragalusrolle; und wenn um diese Axe die vor derselben liegenden Theile des Astragalus und des Kalkaneus sich senken, so erhalten sie dem Unterschenkel gegenüber eine Streckstellung.

Hiermit erklärt sich also die beim Plattfuss regelmässig vorkommende Streckstellung des Astragalus gegen den Unterschenkel und die dadurch bedingte Tieferstellung des Astragaluskopfes gegenüber dem Astragaluskörper.

Zugleich ist aber hieraus zu erkennen, dass, wenn auch immer die Valguslegung des Kalkaneus gegen den Astragalus als die Grundform in der Plattfussbildung dastehen muss, doch auch eine direktere Flachlegung des Gewölbes dadurch zu Stande kommt, dass Astragalus und Kalkaneus gemeinsam durch das angeführte Verhältniss in Streckstellung gegen den Unterschenkel

gebracht werden, welche Streckstellung aber ihrerseits ebenfalls, wie oben gezeigt wurde, unmittelbare Folge der Ueberdrehung des Astragalus nach innen, nicht aber direkte Folge der Belastung des Fussgewölbes ist, so dass immerhin die Ueberdrehung des Astragalus als das primum movens in dem Mechanismus der Plattfussbildung anerkannt werden muss.

Der vordere Theil des Fusses.

Den bisher besprochenen wichtigen Lagenveränderungen des Kalkaneus gegenüber erscheinen die Veränderungen, welche der vordere Theil des Fusses zeigt, nur als sekundäre, hervorgerufen durch die Lagenveränderungen des Kalkaneus.

Die Ueberdrehung des Astragalus muss sich zunächst in dem Einflusse des caput astragali auf das os naviculare und die drei mit diesem zu einer Einheit verbundenen ossa cuneiformia geltend machen.

In der Drehung des Astragalus innerhalb der normalen Gränzen ist mit der Bewegung des Kopfes nach aussen eine Hebung des Navikulare und zugleich eine Bewegung desselben nach hinten verbunden, — mit der Bewegung des Kopfes nach innen dagegen eine Senkung des Navikulare und zugleich eine Bewegung nach vorn. Beide Bewegungen des Navikulare erklären sich aus der früher [1]) von mir nachgewiesenen Thatsache, dass die Gelenkfläche des Astragaluskopfes Theil einer Schraubenfläche ist, welche so angeordnet ist, dass der Astragalus in seinen Drehbewegungen einer Schraube ohne Ende und das Navikulare der bewegten Schraubenmutter verglichen werden kann; bei der Hebung des Navikulare in der Bewegung des Astragaluskopfes nach aussen wirkt indessen auch die Spannung des ligamentum talo-naviculare externum und bei der Senkung desselben in der Bewegung des Astragaluskopfes nach innen auch diejenige des ligamentum talo-naviculare internum mit.

Dass bei diesen Bewegungen das Navikulare stets in genauer Berührung mit der Gelenkfläche des Astragaluskopfes bleibt, wird bedingt durch die Anordnung des starken und breiten ligamentum calcaneo-naviculare plantare, dessen Fasern, wenn das Navikulare nach aussen gehoben wird, sich in spiraliger Richtung um den

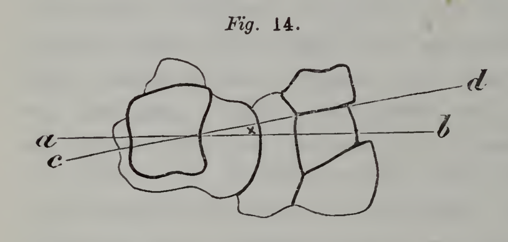
---

1) Statik und Mechanik des menschlichen Knochengerüstes, S. 385.

Astragaluskopf legen, — wenn aber das Navikulare nach innen hinabgeht, einen gestreckteren Verlauf in der Richtung von hinten nach vorn einnehmen. Eine Uebertreibung der Drehung des Astragaluskopfes nach innen ist also bei der Einrichtung dieses Bandes auch ohne eine Dehnung desselben gestattet; die Fasern desselben legen sich in diesem Falle nur mehr horizontal.

Die bezeichnete Anordnung und das davon abhängige Verhalten der Fasern dieses Bandes ist indessen mehr ausgesprochen in dem inneren längeren Theile desselben, welcher sich noch theilweise über den inneren Fussrand hinaufwirft, — weniger in dessen äusserem Theile, welcher sich an das kürzere und straffere ligamentum calcaneo-naviculare externum anschliesst. Deshalb wird auch der innere Theil des Navikulare (seine tuberositas) mehr nach vorn gedrängt, als dessen äusserer Theil und das ganze Navikulare, sowie die mit ihm verbundenen cuneiformia erhalten dadurch eine Bewegung schräg nach aussen, so dass sie gegen das Kuboides angedrängt werden. Wie stark diese Bewegung, als deren Mittelpunkt man das ligamentum calcaneo-naviculare externum ansehen kann, sich gestaltet, beweisen die folgenden Messungen:

Fig. 14.



In der Ansicht gerade von oben (vgl. Fig. 14) wurde der Winkel * zwischen der Flexionsebene ab der Astragalusrolle (Linie der mittleren Rinne) und der nach hinten fortgesetzten Spalte *cd* zwischen os cuneiforme II und os cuneiforme III gemessen. Dieser Winkel (nach vorn offen) erwies sich

für den normalen Fuss	I		11°
für die Plattfüsse . .	II	1	29°
		2	48°
		3	51°
		4	40°
Mittel für die Plattfüsse . .			42°
Differenz gegen Fuss I . . .			31°

Der vordere Theil des Fusses ist also im Mittel der vier der Untersuchung zu Grunde liegenden Plattfüsse um 31° von der Flexionsebene der Astragalusrolle nach aussen zur Seite gewichen. Diese Zahl stimmt in beachtenswerther Weise mit der früher

(S. 24) auf anderem Wege an neun anderen Plattfüssen gewonnenen Zahl von $28^8|_9$ ° für die seitliche Abweichung der Mittellinie des vorderen Theiles des Fusses nach aussen von der Flexionsebene der Astragalusrolle.

Der hierdurch angedeutete nach aussen gerichtete Druck des Komplexes: naviculare-cuneiformia wird auf das Kuboides und von diesem auf den processus anterior calcanei fortgepflanzt. In normalen Verhältnissen beruht hierauf die Feststellung des Fusses durch die Einfügung des belasteten Astragalus, — in den abnormen Verhältnissen, welche Gegenstand dieser Untersuchung sind, wirkt dieser Druck unterstützend für die Verschiebung des ganzen äusseren Fussrandes im Sinne der Valgität.

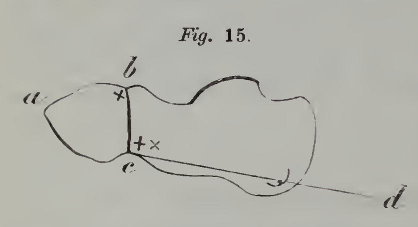
Einknickung im mittleren Fussgelenk.

Dass die Valguslage des ganzen Fusses gegenüber dem Astragalus den inneren Fussrand tiefer legen und damit eine Verflachung des Fusses (Plattfuss) erzeugen muss, ist unverkennbar und aus der gegebenen Darstellung ist auch zu erkennen, dass diese Valguslage, herzuleiten von einer Ueberdrehung des Astragalus, die Hauptsache in der Bildung des Plattfusses ist. — Indessen wurde doch in Früherem ein zweites Element der Verflachung in der durch das ligamentum calcaneo-fibulare bedingten Hebung des hinteren Fortsatzes des Kalkaneus erkannt, wodurch der processus anterior dieses Knochens mit dem Astragalus zusammen nach vorn in Streckstellung gegen den Unterschenkel gebracht wird. Würde der Fuss freischwebend sein, so würde hierdurch die Fussspitze ebenfalls gesenkt; — da aber der Fuss auf den Boden aufgesetzt ist, so drückt der Gegendruck des Bodens den vorderen Theil des Fusses wieder hinauf, so dass dieser gegen den hinteren Theil (Kalkaneus und Astragalus) abgeknickt wird. — Es liegt der Gedanke nahe, dass eine solche Abknickung unter Klaffen der Gelenkspalten an der plantaren Seite des Fusses, also durch Dehnung der plantaren Längsbänder zu Stande komme. Dieses erweist sich indessen nicht als richtig, denn an der plantaren Seite findet man bei dem Plattfusse alle Gelenkspalten ebenso geschlossen, wie bei dem normalen Fusse; auch wurde früher bereits gezeigt, dass wenigstens das ligamentum calcaneo-naviculare plantare auch bei dem ausgebildetsten Plattfusse keine Verlängerung erkennen lässt. Dagegen zeigt die Untersuchung der betref-

fenden Knochen, dass die besprochene Abknickung dadurch zu Stande kommt, dass die durch das Hinaufdrängen des vorderen Theiles des Fusses auf einander gedrückten Knochenränder eine Druckatrophie erleiden, so dass in dem Verhältnisse, wie diese fortschreitet, die Abknickung immer schärfer hervortritt. Am deutlichsten ist dieses Verhältniss zwischen Kalkaneus und Kuboides wahrzunehmen, wie folgende Zahlen nachweisen.

Kalkaneus und Kuboides. — An dem Kalkaneus wurde (vgl. Fig. 15) eine Linie *cd* von der Mitte des tuberculum externum an den unteren Rand des processus anterior calcanei so gelegt, dass sie das untere Ende der vorderen Gelenkfläche dieses Fortsatzes, traf und sodann der Winkel ** zwischen dieser Linie und der vorderen Gelenkfläche *bc* bestimmt (I); — sodann wurde auch, da die plantare Fläche des Kuboides zu uneben ist, der Winkel * der dorsalen Fläche *ab* dieses Knochens gegen dessen hintere Gelenkfläche *bc* bestimmt (II). Die Messung ergab folgende Zahlen:

Fig. 15.



	I $< bcd$	II $< abc$
für den normalen Fuss I	107°	93°
für die Plattfüsse II 1	100°	97°
2	82°	98°
3	81°	96°
4	84°	97°
Mittel der Plattfüsse . . .	$86\frac{3}{4}$°	97°
Differenz gegen Fuss I .	$-20\frac{1}{4}$°	+ 4°

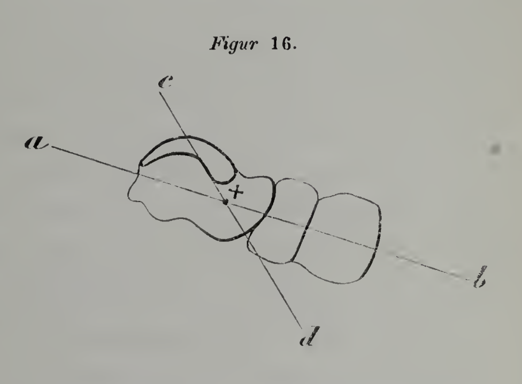
In den untersuchten Plattfüssen hatte also im Mittel der untere Winkel des processus anterior calcanei um $20^1/_4$ ° abgenommen, — und der obere Winkel an dem Kuboides um 4 ° zugenommen, um eben soviel also der untere abgenommen. — Da die beiden Gelenkflächen sich aber in *bc* genau berühren, so ist damit gesagt, dass durch eine den Kalkaneus mehr als das Kuboides treffende Druckatrophie eine Knickung nach oben zwischen diesen beiden Knochen um $24^1/_4$ ° ($20^1/_4$ ° + 4 °) zu Stande gekommen war.

Astragalus und Navikulare. — Nicht minder zeigt sich dieselbe Erscheinung zwischen dem Astragaluskopf und dem Navikulare. Der obere äussere Rand der Gelenkfläche des Astra-

galuskopfes wird durch Druckatrophie (oder Entwickelungshemmung) abgerundet und der äussere obere Theil des Navikulare in der Richtung von hinten nach vorn verdünnt und dadurch die Abknickung zwischen diesen beiden Knochen ermöglicht, welche bei stark fortschreitender Atrophie bis zu einer falschen Artikulation der oberen Fläche des collum astragali mit dem Navikulare führen kann. — Den Grad der Abknickung zwischen diesen beiden Knochen zeigen folgende Messungen.

An der inneren Seite des Fusses wurde in gleicher Entfernung von der dorsalen wie von der plantaren Seite eine Linie *ab* (vgl. Fig. 16) auf die innere Fläche des os cuneiforme I und des os naviculare gelegt, und eine zweite Linie *cd* an den Astragalus in Fortsetzung des unteren Randes des vorderen Theiles der inneren malleolaren Gelenkfläche an der Astragalusrolle. Der nach oben und vorn offene Winkel * zwischen diesen beiden Linien war:

Figur 16.



für den normalen Fuss I		162 ⁰
für die Plattfüsse . II	1	132 ⁰
	2	132 ⁰
	3	145 ⁰
	4	144 ⁰
Mittel für die Plattfüsse . . .		$138^{1}/_{4}$ ⁰
Differenz gegen Fuss I . . .		$23^{3}/_{4}$ ⁰

Die Abknickung zwischen Astragalus und dem Komplexe: naviculare-cuneiformia betrug also im Mittel für die vier untersuchten Plattfüsse $23^{3}/_{4}$ ⁰. Die Abknickung zwischen Kalkaneus und Kuboides wurde vorher von einem diesem sehr nahen Werthe gefunden, nämlich von dem Werthe $24^{1}/_{4}$ ⁰. Als Mittel zwischen diesen beiden Zahlen kann also die Abknickung des vorderen Theiles des Fusses gegen den hinteren Theil an den untersuchten Füssen zu 24 ⁰ angesetzt werden.

Beachtenswerth ist es, dass der Druck des nach oben gedrängten vorderen Theiles des Fusses sich vorzugsweise an dem Kuboides und dem äusseren Theile des Navikulare geltend macht.

Diese Thatsache erklärt sich aber genügend aus dem Umstande, dass die Bewegung des vorderen Theiles des Fusses gegen den hinteren Theil desselben (in dem sogenannten Chopart-Gelenk) eine Drehbewegung um dieselbe Axe ist, um welche auch die Drehung des Astragalus geschieht und dass deshalb auch die Auswärtsbewegung dieser Theile des Fusses zugleich nach aussen und nach aufwärts geschehen muss.

Gestaltveränderung der Knochen.

In der gegebenen Darstellung des in der Entstehung und Ausbildung des Plattfusses wirkenden Mechanismus musste zwar an verschiedenen Orten Rücksicht genommen werden auf Gestaltveränderungen, welche einzelne Fusswurzelknochen unter dem Einflusse der einwirkenden Gewalten erleiden. Es konnte dieses indessen nur in so weit geschehen, als es zur Erklärung der Möglichkeit der Umgestaltung diente, oder nur in soweit, als es die Gestaltung, welche der Plattfuss bietet, erläutern konnte. Es wird deswegen wohl am Platze sein, eine gedrängte Uebersicht derjenigen bedeutenderen Gestaltveränderungen der Fusswurzelknochen zu geben, welche als begleitende Erscheinungen der Plattfussbildung auftreten. Auf Vollständigkeit kann eine solche Uebersicht nicht Anspruch machen, indem jeder einzelne Plattfuss seine individuellen Eigenthümlichkeiten besitzt, so dass in dem einen mehr diese, in dem anderen mehr jene Erscheinungen hervortreten; auch können kleinere Veränderungen, welche bald mehr bald weniger z. B. an der Verbindung der Metatarsusknochen mit der Fusswurzel hervortreten, nicht berücksichtigt werden, weil sie für das Verständniss des Plattfusses von nur untergeordneter Bedeutung sind und daneben noch viele individuelle Schwankungen zeigen. — Es können deswegen nur diejenigen Veränderungen berücksichtigt werden, welche in allen Plattfüssen als nothwendige Folge des die Missbildung erzeugenden Mechanismus auftreten müssen. Dabei sind diejenigen Veränderungen etwas genauer auszuführen, welche in der bisherigen Darstellung noch nicht zur Geltung kommen konnten.

Die Gestaltveränderungen, welche an den einzelnen Knochen des Plattfusses beobachtet werden, lassen sich aber auf folgende zwei Grundformen zurückführen. Es sind nämlich:

1) Zu-Grunde-gehen oder Umgestaltungen von Gelenkflächen,
2) Gestaltveränderungen der Knochen selbst.

In Bezug auf die Gelenkflächen dürfen wir es als Gesetz [1]) ansehen, dass deren Gestaltung durch die auf ihnen stattfindende Bewegung gewissermassen modellirt wird. Wir dürfen uns deshalb nicht wundern, wenn wir bei ungewöhnlichen Bewegungs- und Belastungsverhältnissen eine andere Gestaltung von Gelenkflächen wahrnehmen, als dieselben Gelenkflächen sie zeigen, wenn sie sich unter normalen Verhältnissen entwickeln. — Ferner finden wir, dass für die Erhaltung des Gelenkflächen-Charakters es nothwendig ist, dass eine solche Fläche auch stets als Gelenkfläche verwendet wird, d. h. dass sie beständig von der gegenüberliegenden Gelenkfläche bestrichen wird. Eine Gelenkfläche, welche nicht beständig auf diese Weise, so zu sagen, in Uebung gehalten wird, degenerirt, indem ihr Knorpelüberzug entweder höckerig auswächst oder verschwindet, verödet.

In Bezug auf Gestaltveränderungen der Knochen selbst ist zu berücksichtigen, dass die Gestalt der Knochen vielfach durch äussere Einwirkung bestimmt wird. Zerrungen durch Muskeln oder Bänder bedingen theils örtliche Bildungen, wie Leisten und Dornen, theilweise auch einseitige Entwickelung von Knochen. Druck auf Knochen bedingt theils örtliche Erscheinungen, wie z. B. Sehnenrinnen, theils auch grössere Abweichungen in der ganzen Gestalt wie z. B. die Ausbiegung der Tibia durch den Druck des m. tibialis anterior. — Nicht minder wirkt auch der Belastungsdruck gestaltbestimmend, wie z. B. an dem Körper des fünften Lendenwirbels zu erkennen ist. — Soweit solche Veränderungen eine Verminderung der Knochenmasse gegenüber den normalen Verhältnissen zeigen, können sie als ein Schwund (atrophia concentrica) bezeichnet werden. — Treten solche Umstände, welche dergleichen Veränderungen bedingen, während der Entwickelung des Knochens auf, so können sie zunächst nur durch Hemmung des periostalen Wachsthums des Knochens wirken, bestehen also nur in lokaler Entwickelungshemmung und sind in so ferne nur eine relative Atrophie. An vollständig entwickelten Knochen ist aber auch eine direkte Atrophie möglich, wobei eine scheinbar intakte Abschliessungslamelle der Knochenoberfläche jederzeit beobachtet werden kann. Wie der Hergang eines Prozesses dieser Art, also einer atrophia concentrica ossium, zu erklären sei, darüber habe ich mich bei früherer Gelegenheit schon ausge-

[1]) vgl. Statik und Mechanik des menschlichen Knochengerüstes S. 89 u. 90.

sprochen [1]). — Dass diese Form der örtlichen oder allgemeinen Substanzminderung von Knochen auch bei noch in der Entwickelung begriffenen Knochen vorkommen kann, ist selbstverständlich und es ergibt sich hieraus die Nothwendigkeit, dass, je früher eine Plattfussbildung auftritt, um so grösser die Gestaltveränderungen der betheiligten Knochen sein müssen, weil dann Entwickelungshemmung und direkte Atrophie gleichzeitig einwirken. — Nicht minder ist auch anzuerkennen, dass mangelhafte Widerstandsfähigkeit der Knochenmasse während bestehender oder schon vollendeter Entwickelung die Entstehung der Veränderungen sehr wesentlich begünstigen muss; insbesondere ist dabei an den Einfluss der sogenannten Rachitis (periostitis infantum vgl. Henle und Pfeufer's Zeitschrift N. F. Bd. III. 1853. S. 155 ff. und Bd. VI. 1855. S. 150—151) auf Missgestaltungen der Knochen zu erinnern. — Ungewöhnliche oder abnorme Gestaltungen der Gelenkflächen werden indessen ohne Zweifel immer auf Einflüsse zurückgeführt werden müssen, welche während der Entwickelung der Knochen eingewirkt haben, indem spätere Veränderungen der Gestalt von Gelenkflächen wohl immer in der Form von Schliffflächen auftreten.

Beiderlei Veränderungen (in Gestaltung und Charakter von Gelenkflächen und in Gestalt der ganzen Knochen) bedingen einander theilweise gegenseitig und es wird daher auch nicht möglich sein, sie in dem Folgenden vollständig aus einander zu halten und getrennt zu schildern.

Die bedeutendsten Veränderungen müssen sich nothwendiger Weise an dem Astragalus und dem Kalkaneus zeigen, indem ja die Grunderscheinung bei der Plattfussbildung die Valgität des Kalkaneus gegen den Astragalus ist und die übrige Fusswurzel nur der Valgusbewegung des Kalkaneus folgt; — und zwar müssen vorzugsweise diejenigen Oberflächen betheiligt sein, welche diese beiden Knochen einander zuwenden.

Wir finden denn auch, dass dieses in Wirklichkeit der Fall ist.

Durch die starke Ueberdrehung des Astragalus rückt dessen Kopf auf dem processus anterior calcanei mehr nach innen und kann zuletzt seine Berührung mit demselben gänzlich verlieren. In dem gleichen Verhältnisse, wie dieses geschieht, veröden

---

[1]) Hilty, der innere Callus, seine Entstehung und Bedeutung. Diss. Zürich 1852. — Abgedruckt in Henle und Pfeufer's Zeitschrift. N. F. Bd. III. 1853. S. 189—197.

Ein Wort über atrophia concentrica ossium und malum senile. — Henle und Pfeufer's Zeitschrift. N. F. Bd. VI. 1855. S. 143—150.

dann auch die Gelenkflächen, in welchen diese beiden Knochentheile auf einander rutschen. Weniger betrifft dieses die hierher gehörige Fläche auf dem Astragaluskopfe, denn diese verbleibt auch in den stärksten Graden der Ueberdrehung immer noch in einer Artikulation mit dem ligamentum calcaneo-naviculare plantare, welches doch im Stande ist, den Gelenkflächencharakter der betreffenden Stelle des Astragaluskopfes wenigstens theilweise zu erhalten. Sehr stark wird indessen die Gelenkfläche auf dem processus anterior calcanei betheiligt, indem dieselbe in dem Verhältnisse, wie der Kopf des Astragalus die Richtung gegen innen bekommt, von aussen her verödet und zuletzt gänzlich verschwindet.

Je mehr der Kopf des Astragalus nach innen gedreht wird, um so mehr muss er auch auf dem sustentaculum tali nach hinten rutschen. Wegen des Ausweichens des Kalkaneus in die Valguslage ist aber an denjenigen Theilen der beiden Berührungsflächen, welche noch in Berührung bleiben, die untere (vordere) Abtheilung in genauerer Berührung als die obere (hintere). — Die Folge dieser veränderten Lage der beiden Gelenkflächen ist die, dass an beiden eine Verödung in deren hinteren und in deren vorderen Theilen stattfindet, so dass nur ein kleiner nach vorn und unten gelegener Theil derselben übrig bleibt.

Durch das Schwinden der beiden Gelenkverbindungen auf dem processus anterior calcanei und auf dem sustentaculum tali wird aber die Lücke zwischen diesen beiden Theilen des Kalkaneus beträchtlich erweitert, so dafs sich der Kopf des Astragalus in dieselbe hineinlegen kann und ohne Zweifel wirkt der Druck des so gelagerten Kopfes noch mehr erweiternd auf diese Lücke.

Sehr bedeutende Veränderungen zeigen ferner die untere Gelenkfläche des Astragaluskörpers und die dieser gegenüber liegende Gelenkrolle des Kalkaneus. Vor allen Dingen wirkt der in der Ueberdrehung vermehrte Druck des Astragalus auf die vordere untere Abtheilung des Kalkaneus der Art ein, dass sie im Allgemeinen senkrechter gestellt erscheint und ihr dem sustentaculum zunächst gelegener Theil mehr nach hinten gedrängt wird; dabei schwindet ihr unterer und ihr innerer Rand in ziemlich beträchtlicher Breite. Da nun aber auch die Gelenkfläche auf dem hinteren Theile des sustentaculum sehr geschwunden ist, so wird dadurch der Kalkaneusantheil des canalis tarsi so bedeutend erweitert, dass er in einem vorliegenden Falle fast drei Mal so breit ist, als er im normalen Zustande sein würde. — Der obere Theil der Kalkaneusrolle wird in seiner

inneren Abtheilung in der Richtung von vorn nach hinten mehr horizontal gelegt, während er in querer Richtung stark nach aussen abfällt; die äussere Abtheilung aber geht vollständig zu Grunde.

An der unteren Fläche des Astragaluskörpers sind ähnliche Veränderungen wahrzunehmen. Auch diese Gelenkfläche wird beträchtlich verschmälert, indem ein ziemlich breiter Saum an ihrem vorderen Rande verloren geht, und da auch die der Berührung mit dem processus anterior calcanei dienende Gelenkfläche des Kopfes zu einem grossen Theile geschwunden ist, so wird auch der Astragalusantheil des canalis tarsi in dem gleichen Verhältnisse wie dessen Kalkaneusantheil verbreitert und der canalis tarsi, im normalen Zustande ein sehr enger rundlicher Kanal, wird durch diese Veränderungen an den beiden ihn bildenden Knochen zu einem sehr weiten, namentlich aber sehr breiten Kanal. — Ein schmalerer Saum geht auch an dem hinteren Rande der unteren Gelenkfläche des Astragaluskörpers verloren. — Daneben zeigt die Krümmung dieser Fläche dieselbe Veränderung wie die entsprechende Fläche der Kalkaneusrolle, indem sie statt einer sanfteren Wölbung (mit grösserem Krümmungshalbmesser) eine mehr eingeknickte Gestalt zeigt, an welcher man eine vordere senkrechtere und eine obere wagerechtere Abtheilung unterscheiden kann.

Die Abrundung des processus fibularis des Astragalus und die Erweiterung des Kalkaneusantheiles des sinus tarsi, beides herrührend von dem Eindrängen des processus fibularis in die obere Ausbuchtung des Halses des processus anterior calcanei ist bereits in Früherem besprochen. — Mit der Abrundung des processus fibularis geht aber auch ein nicht unbeträchtlicher Theil der auf diesem gelegenen unteren Gelenkfläche des Astragaluskörpers verloren, so dass diese Gelenkfläche auch von dieser Seite her eine mehr oder weniger bedeutende Verkleinerung erfährt.

Ausser den ausgeführten wichtigen Umgestaltungen an den einander zugewendeten Oberflächen bieten der Astragalus und der Kalkaneus aber auch noch andere wichtige Veränderungen. — In Folge der Streckstellung des Astragalus gegen den Unterschenkel verliert der vordere Theil der Rolle desselben seinen Charakter als Gelenkfläche in einem entsprechend breiten Saume. Zwar ist ein solcher als verödete Gelenkfläche zu erkennender Saum an dem vorderen Theile seiner Rolle auch schon an dem normalen Astragalus zu erkennen und zwar in Folge der verän-

derten Fusshaltung des Erwachsenen gegenüber derjenigen des Neugeborenen; — an einem Plattfusse ist aber dieser Saum beträchtlich breiter, als an dem normalen Fusse. — An dem Kalkaneus sind die beiden in dem Früheren bereits ausführlicher behandelten Veränderungen des processus posterior zu beachten, dass nämlich das tuberculum internum verflacht und abgerundet wird, — und dass die obere Spitze durch den Zug der Achillessehne mehr nach aussen gerichtet wird, so dass sie in der Valguslage des Kalkaneus eine annähernd senkrechte Lage besitzt. — In sehr hohen Graden der Valgität des Kalkaneus kann sich auch auf der äusseren Fläche desselben eine falsche Artikulation mit dem äusseren Knöchel bilden. — Ausserdem erscheint der Hals des Astragalus und der processus anterior calcanei durch den Druck des Navikulare beziehungsweise des Kuboides entschieden verkürzt. Diese Veränderung scheint indessen nur bei solchen Plattfüssen sich zu finden, welche sich schon im Kindesalter ausgebildet haben; denn sie sind offenbar nur Entwickelungshemmungen und nicht direkte Druckatrophien.

Der soeben erwähnte Druck des vorderen Theiles des Fusses, welchen dieser in Folge seiner Abknickung nach oben gegen die beiden hinteren Knochen der Fusswurzel ausübt, macht sich ausser in der eventuell zu beobachtenden Verkürzung des collum astragali und des processus anterior calcanei auch noch in den betreffenden Gelenkflächentheilen dieser beiden Knochen und in dem Navikulare wie in dem Kuboides geltend. — In der Berührungsstelle des processus anterior calcanei und des Kuboides findet in dem dorsalen Rande beider Knochen eine Druckatrophie statt, wodurch der Winkel zwischen der dorsalen Fläche und der Gelenkfläche stumpfer wird. Sehr gerne bedecken sich auch die Ränder der dorsalen Fläche zunächst der Gelenkfläche mit Osteophyten, ein Zeichen der Reizung des Periostes durch den einwirkenden Druck. — Da indessen diese Gestaltveränderung erst in einem der letzten Abschnitte ausführlicher und mit Messungen besprochen ist, so genügt es, dieselbe hier in Kürze zu erwähnen. — Es sei aber doch bei dieser Gelegenheit angeführt, dass öfters, aber nicht konstant, auch eine ähnliche Abknickung nach oben an dem Kuboides gegen das os cuneiforme tertium beobachtet wird. Diese Thatsache unterstützt sehr wesentlich die Auffassung der Valgität des Kalkaneus als primärer Erscheinung in der Plattfussbildung, denn sie erklärt sich genügend daraus, dass das Kuboides von dem Kalkaneus in die Valguslage

mit hineingezogen wird. Andererseits kann aber auch diese Thatsache gelegentlich ein Hülfsmittel für die Diagnose eines beginnenden Plattfusses werden, indem der einspringende Winkel zwischen beiden Knochen sich auf dem Fussrücken muss fühlen lassen. — Die Verdünnung des äusseren Theiles des Navikulare ist ebenfalls in dem letzten Abschnitte bereits erwähnt und es ist nur noch nachzutragen, dass durch den Druck der obere Rand des Astragaluskopfes, über welchen das Navikulare hinaufgedrängt wird, sich rundet und dass in den höchsten Graden des Plattfusses der Kopf so von dem Navikulare überlagert werden kann, dass an dessen Artikulation noch der Hals des Astragalus Theil nehmen und auf diesem durch Osteophyten eine falsche Gelenkfläche gebildet werden kann.

Rückblick.

Die in Vorstehendem gegebene Untersuchung lässt erkennen:

1) dass die Plattfussbildung nicht auf einem senkrechten Hinabsinken des Scheitels des Fussgewölbes beruht, sondern
2) dass die Grunderscheinung in derselben eine Valguslage des übrigen Fusses, zunächst des Kalkaneus, gegen den Astragalus ist, und
3) dass sich mit dieser Grunderscheinung als eine ergänzende Nebenerscheinung eine Abknickung des vorderen Theiles des Fusses nach oben und aussen gegen den hinteren Theil desselben verbindet;
4) dass der Grund dieser Erscheinungen indessen nicht in einer Erschlaffung der plantaren Fusswurzelbänder zu suchen ist,
5) dass vielmehr der Ausgangspunkt für die Umwandlung eines normal angelegten Fusses in einen Plattfuss in einer Ueberdrehung des Astragalus nach innen zu finden ist, selbstverständlich unter Mitwirkung des Gegendruckes des Bodens, indem
   a) die Valgität, welche zunächst den Kalkaneus betrifft, zurückzuführen ist auf die durch die Ueberdrehung herbeigeführte Lage der Schwerlinie nach innen von der Grosszehenlinie und
   b) die Einknickung zurückzuführen ist auf die Hebung des hinteren Fortsatzes des Kalkaneus nach oben und aussen durch den Zug der in Folge der Ueberdrehung des Astragalus entstandenen Anspannung des ligamentum calcaneo-fibulare,
6) dass die in dem Plattfusse zu beobachtenden gegenseitigen Lagenveränderungen der Fusswurzelknochen nicht durch Bändererschlaffung ermöglicht und allmählich vermehrt werden, sondern durch Druckatrophie der auf einander gedrängten Knochenflächen,

7) dass die beiden für höchste Grade des Plattfusses bezeichnenden falschen Gelenke sich aus den beiden Elementen, aus welchen die Plattfussbildung besteht, erklären lassen, nämlich:
   a) das Gelenk zwischen Fibula und Kalkaneus aus der Valgität des letzteren und
   b) das Gelenk zwischen Navikulare und oberer Fläche des collum astragali auf die Einknickung.

Zu richtigem Verständniss der gegebenen Darstellung und dieses Rückblickes ist indessen noch auf Folgendes aufmerksam zu machen.

In der Entwickelung der Bewegungs- und Verschiebungserscheinungen namentlich der Drehung des belasteten Astragalus ist der leichteren und verständlicheren Darstellung zu Liebe meistens der Astragalus als das Bewegte und der übrige Fuss als das durch den Boden Festgestellte angesehen, während in Wirklichkeit der Astragalus durch den Unterschenkel fest gehalten das Ruhende ist und der übrige Fuss das durch den Gegendruck des Bodens Bewegte.

Praktische Andeutungen.

Aetiologie des Plattfusses.

Sind die ausgesprochenen Sätze richtig entwickelt, so müssen dieselben den Hinweis auf diejenigen Ursachen geben, welche Plattfussbildung veranlassen müssen, und diese Ursachen müssen alle das Gemeinsame haben, dass sie direkt oder indirekt eine Ueberdrehung des Astragalus veranlassen. Als solche sind aber zu erkennen:

1) zu starke Belastung des Astragalus,
2) zu starke direkte Drehung desselben,
3) Druck auf den Fussrücken.

Zu starke Belastung des Astragalus wird Ursache dafür, dass die drehende Senkung des Astragaluskörpers um die schiefe Axe des Astragalus, welche das aufgesetzte Fussgewölbe schliesst, weiter als normal geschieht, wenn auch zunächst nur bis zur Berührung des processus fibularis des Astragalus mit der vertieften Fläche auf dem processus anterior calcanei. — Einmalige starke Uebertreibung, z. B. durch einen Sprung von grosser Höhe herab, wird allerdings nur dann eine bleibende Wirkung in dem angegebenen Sinne haben, wenn bedeutendere Bänderzerreissungen oder Einknickungen von Knochenoberflächen die nächste Folge einer solchen Einwirkung sind und dadurch die übertriebene Senkung eine bleibende wird. — Wichtiger und sicherer wirkend muss dagegen die Kumulirung häufiger geringerer Ueberlastungen des Astragalus sein, indem diese zu allmählicher Umgestaltung der betreffenden Knochenoberflächen und wohl auch zu Dehnungen der Hemmungsbänder führen. Solche Kumulirungen müssen aber hervorgebracht werden durch häufiges Tragen schwerer Lasten, — durch übermässiges eigenes Körpergewicht, — durch angestrengte Märsche namentlich mit Gepäck, — durch die Nothwendigkeit beständig zu gehen oder zu stehen etc. Je jünger die Individuen

sind, welche sich diesen Schädlichkeiten ausgesetzt finden, um so mehr werden sie denselben unterliegen. — Lastträger, Soldaten, Kellner und sehr fettleibige Personen werden daher der Deformität des Plattfusses vorzugsweise ausgesetzt sein.

Direkte Ueberdrehung des Astragalus wird herbeigeführt durch zu starkes Auswärtssetzen der Füsse im Gehen, wobei die gerade nach vorn gerichtete Biegung des Fussgelenkes nur erreicht werden kann, wenn das Auswärtssetzen der Fusspitze durch eine Einwärtsdrehung des Astragalus kompensirt wird. Der Typus eines solchen Schrittes ist der regelrechte Tanzmeisterschritt, in welchem die Fussspitze, zuerst auf den Boden gestützt, Mittelpunkt einer kreisförmigen Vorwärtsbewegung der Ferse ist, bis eine vollständig quere Lage des Fusses erreicht ist. — Etwas Aehnliches ist auch eine Art des Ausruhens auf einem Beine, welches man namentlich bei Kellnern häufig sehen kann; den Rücken an die Wand gelehnt, schieben sie das eine Bein in möglichst auswärts gerichteter Haltung des Fusses nach vorn und bleiben auf diesem einen Fuss allein gestemmt stehen. — Bedenkt man, dass in diesen beiden Beispielen das schräg vorwärts gesetzte Bein den inneren Knöchel vorwärts schiebt, während der äussere Fussrand an dem Boden festgehalten wird, so wird man leicht einsehen, dass diese beiden Gewohnheiten die Entstehung einer Valgität des Fusses sehr bedeutend unterstützen und sogar einleiten müssen.

Druck auf den Fussrücken wird namentlich durch die traditionelle Gestalt des Oberleders an Schuhen und Stiefeln in einer Weise geübt, welche eine Plattfussbildung begünstigen oder einleiten muss. Das Oberleder ist nämlich in der Mittellinie des Fusses am höchsten und fällt nach beiden Seiten hin ab; der Fuss aber ist an seinem Grosszehenrande am höchsten und fällt nach aussen ab. Es ist unverkennbar, dass unter diesen Verhältnissen der vordere Theil des Fusses nur dann unter das Oberleder eingeführt werden kann, wenn er sich flach legt, d. h. wenn der Grosszehenrand dem Boden möglichst genähert wird; dieses ist aber nur möglich durch eine Rotation des vorderen Theiles des Fusses um die schiefe Astragalusaxe im Sinne der Valgität und dadurch zu starke relative Drehung des Astragalus nach innen. — Der Bewegung des vorderen Theiles des Fusses muss dann nothwendig auch der mit dem Kuboides eng verbundene Kalkaneus folgen und gegen die äussere Wand der Kappe gedrängt werden. So lange diese Wand Widerstand leistet, kann die Ferse

ihre Lage noch ziemlich gut erhalten. Gar bald aber weicht die äussere Kappenwand dem beständigen Drucke und die Ferse liegt dann in dem Winkel zwischen der äusseren Kappenwand und dem über dem Absatze liegenden Theile der inneren (oberen) Sohlenfläche; die dadurch gegebene stärkere Belastung des äusseren Randes des Absatzes bedingt sodann eine stärkere Abnutzung desselben. Der Schuh ist damit schief getreten, die Sohlenfläche über dem Absatze fällt nach aussen ab und das Auswärtsrutschen im Sinne der Valgität wird damit der Ferse (d. h. dem Kalkaneus) sehr erleichtert. — Es mag wohl berechtigt sein, die allgemeine Einwirkung dieser Schädlichkeit als die Ursache der grossen Verbreitung der „Anlage zum Plattfusse" (d. h. leichterer Formen desselben) anzuschuldigen. Jedenfalls muss eine auf diese Weise erworbene „Anlage zum Plattfuss" eine nachdrücklichere Einwirkung der oben bezeichneten Schädlichkeiten begünstigen oder bedingen.

Ich darf nicht unterlassen, im Anschluss an die soeben besprochene Ursache für Einleitung einer Plattfussbildung noch auf die grosse Gefahr aufmerksam zu machen, welche in der gleichen Richtung durch eine anscheinend harmlose Spielerei der Kinder gegeben ist, — eine Spielerei, welche noch dazu als eine gymnastische Uebung bescheidenen Grades vielfach begünstigt wird. Ich meine das Stelzenlaufen der Kinder. — Bei demselben wird gänzlich auf den Vortheil verzichtet, welchen die Biegung des Fussgelenkes und des Kniegelenkes bei dem Aufsetzen des Fusses dadurch bieten, dass sie den Gegenstoss des Bodens gewissermassen federnd aufnehmen. Kniegelenk und Fussgelenk werden steif gehalten und müssen deswegen den Gegenstoss des Bodens in ungemildeter Kraft aufnehmen und dieser Stoss trifft gerade zunächst den Fuss und zwar in nachtheiligster Weise. Der Fuss wird ja von der Stelze in der Art gestützt, dass er mit seiner Höhlung auf dem schmalen horizontalen Querholze ruht. Selbstverständlich ist derjenige Theil des Fussskeletes, welcher somit die Schwere des Körpers zu tragen und den Rückstoss des Bodens aufzunehmen hat, der processus anterior calcanei und das os cuboides. Der Fuss ruht also auf der Kleinzehenlinie und wird nur mit dieser aufgesetzt, während die Schwerlinie nach innen von derselben herabfällt. Dass hierdurch der Fuss in die Valguslage gedrängt wird, ist unverkennbar und das Stelzenlaufen ist deshalb zum mindesten als eine Begünstigung der Plattfussbildung und, wenn übertrieben, sicher auch als direkte Ursache hierfür anzusehen.

Indikationen für Heilung und Prophylaxis.

Aus der Kenntniss des eigentlichen Grundes der Plattfussbildung d. h. der ersten Schädigung, aus welcher alle anderen Erscheinungen derselben abzuleiten sind, ergeben sich nun auch die Anzeigen, welchen für Heilung des Plattfusses, beziehungsweise für dessen Prophylaxis zu entsprechen ist, und deren Befolgung auch im Stande sein muss, in solchen Fällen, in denen wegen zu grosser Veränderung der Knochengestaltungen eine Heilung nicht mehr zu erwarten ist, das Leiden erträglicher zu machen und dessen Fortschritte zu hemmen.

Ueber die Behandlung gleichzeitig bestehender entzündlicher Affektionen, welche Folgen der falschen Belastungsverhältnisse sind, habe ich hier Nichts zu sagen, denn sie ist Gegenstand der chirurgischen Therapie und ist der orthopädischen Hauptbehandlung voraus zu schicken.

Die herkömmliche Auffassung erblickt ihre Hauptaufgabe darin, das innere Fussgewölbe zu heben und den hervortretenden inneren Knöchel zurückzudrücken. Sie arbeitet deswegen auch mit gewölbten Unterlagen unter dem inneren Fusssohlenrande und mit eisernen Schienen an der inneren Seite des Fussgelenkes. Es ist unverkennbar, dass durch beide Mittel das Auswärtsrutschen des Kalkaneus nicht gehemmt werden kann. Im Gegentheil muss die gewölbte Unterlage, welche eine nach aussen abfallende schiefe Ebene darstellt, das Auswärts-Rutschen nur befördern, wenn nicht eine sehr feste und widerstandsfähige Wand an der äusseren Seite des Schuhes angebracht ist. — Dass aber eine solche kaum in genügender Stärke hergestellt werden kann, beweist der Umstand, dass bei dem Schieftreten des Schuhes auch die stärkste Kappe dem Andrängen der Ferse nachgibt. — Die vielfach angewendete gewölbte Unterlage unter dem inneren Fussrande mag daher in dem ersten Augenblicke recht wohlthätig erscheinen, muss aber das Uebel nothwendig verschlimmern.

Die Methode einen Plattfuss in erzwungener Varusstellung für einige Wochen in Gips einzuschliessen, ist zwar in so fern rationell, als durch die Varusstellung eine Ueber-Korrektion der falschen Lage erzielt wird. Die bekannte Erfahrung, dass Gelenke, welche längere Zeit unbewegt gehalten worden sind, steif und unbeweglich aus der Behandlung hervorgehen, darf auch für die erste Zeit nach der Entfernung des Gipsverbandes Gutes

versprechen; indessen ist doch vorauszusehen, dass mit der wiederkehrenden Dehnbarkeit der Muskeln und Schmiegsamkeit der Bänder das Uebel in seiner alten Gestalt wieder auftreten wird.

Lassen wir uns durch die in der gegebenen Auseinandersetzung gewonnenen Sätze leiten, so werden wir erkennen, dass die Indikationen zu stellen sind auf:

1) Zurückführung der Ueberdrehung des Astragalus,
2) Korrektion der Valguslage des Kalkaneus,
3) Korrektion der Abknickung in dem sogenannten Chopart-Gelenk.

Da es der Kalkaneus ist, welcher die erste und wichtigste Folge der Ueberdrehung des Astragalus darbietet, und da er in seiner Valguslage das Weiterschreiten dieser Ueberdrehung begünstigt, so wie auch Ursache der mittleren Einknickung des Fusses wird, — so hat sich die orthopädische Behandlung zunächst an ihn zu wenden und seine Valguslage zu verbessern. Gelingt dieses, so ist damit auch schon eine wesentliche Korrektion der Lage des Astragalus gegeben, indem damit zugleich dessen Kopf wieder nach oben und aussen gehoben wird, — und nicht minder ist auch durch diese Hebung die Einknickung wenigstens zwischen Astragalus und Navikulare zu einem grossen Theile beseitigt.

Ich muss es der praktischen Chirurgie überlassen, die mechanischen Hülfsmittel zu finden, durch welche dieser Aufgabe genügt werden kann. Indessen darf ich doch ein sehr bewährtes einfaches Mittel angeben, welches in leichteren Fällen den Zweck sehr schnell erreicht, und so einfach ist, dass es sogar eine allgemeinere Anwendung als Prophylaxis zu finden im Stande ist. — Dieses Mittel besteht in der Anbringung einer Vertiefung in dem Fersentheile der Schuhsohle. Dieselbe soll wenigstens einen Centimeter betragen und, was die Hauptsache ist, in der Weise assymmetrisch angeordnet sein, dass ihre grösste Tiefe etwas mehr nach innen sich befindet. Die Ränder der Vertiefung lässt man sich allmählich an der Innenfläche der Kappe verlaufen; wegen der assymmetrischen Lage der grössten Tiefe muss dann dieser auslaufende Rand an dem äusseren Theile der Kappe höher hinaufsteigen, als an dem inneren. Dieser äussere Kappentheil wird dadurch einerseits sehr verstärkt und damit widerstandsfähiger und andererseits gibt er der Ferse bei jedem Auftreten eine Richtung nach innen (im Sinne des Varus) und die aufgesetzte Ferse ruht dann in der Vertiefung des Absatzes

in richtiger (oder besser: überkorrigirter) Lage ohne Gefahr in die Valgusstellung gedrängt zu werden.

Selbstverständlich muss ein solcher Schuh oder Stiefel, wenn er wirklich Nutzen bringen soll, sei es palliativ, sei es heilend, den oben gerügten Fehler des Oberleders nicht haben, sondern sowohl im Oberleder wie in dem Sohlenschnitt möglichst genau der von mir aufgestellten rationellen Form entsprechen, damit einestheils der gehobene innere Fussrand auch Platz unter dem Oberleder finde und anderentheils die grosse Zehe und mit ihr zugleich der ganze vordere Theil des Fusses keinen unpassenden Druck erhalte.

Die durch ein oder anderes Hülfsmittel erzielte Ueberkorrektion der Valguslage des Kalkaneus entspricht schon zu einem grossen Theile den beiden anderen oben aufgestellten Indikationen. Indessen wird denselben noch mehr entsprochen, wenn noch direkter in dem von beiden geforderten Sinne auf den Fuss eingewirkt wird. Für diesen Zweck ist ein mässig hoher Absatz, etwa von 3—4 Centimeter Höhe, angemessen, welcher jedoch in der Richtung von hinten nach vorn nicht zu kurz sein darf, sondern so lang sein muss, dass er nicht nur den tubercula des Kalkaneus, sondern auch einem Theile von dessen unterer Fläche zur Stütze dient; selbstverständlich darf derselbe nicht kegelförmig zugespitzt sein, sondern muss mit einer breiten Fläche den Boden berühren. — Wird durch einen solchen Absatz der Kalkaneus und der Astragalus in einer gewissen Höhe über dem Boden in horizontaler Lage getragen, so senkt sich der vordere Theil des Fusses, um die Zehen den Boden erreichen zu lassen. Da diese Senkung aber um die schiefe Axe des Astragalus geschieht, so wird bei derselben eine Rotation des vorderen Theiles des Fusses in dem Sinne beobachtet, dass der äussere Fussrand sich senkt und der innere gehoben wird. Die Lagenveränderung, welche dadurch dem vorderen Theile des Fusses gegenüber dem Astragalus gegeben wird, ist aber dieselbe, welche bei feststehendem Fusse eine Drehung des Astragalus nach aussen hervorbringt. Jene Senkung hat also auch eine relative Auswärtsdrehung des Astragalus zur Folge und entspricht in so ferne auch der ersten der drei oben aufgestellten Indikationen.

Sollte noch eine weitere Hülfe nothwendig erscheinen, welche direkter auf die Stellung des Astragalus einwirkt, so würde diese dadurch gegeben sein, dass der vordere Theil des Fusses durch den Schuh noch mehr nach innen gedrängt wird. Dieses kann

entweder durch einen Sohlenschnitt geschehen, in welchem die ganze Vordersohle gegen innen gerichtet ist, oder durch Schnüren an der inneren Seite des Oberleders, wobei aber, damit dadurch der vordere Theil des Fusses wirklich mehr nach innen gezogen werden kann, das sogenannte „Gelenk" der Sohle (der schmale Theil zwischen Absatz und Vordersohle) sehr biegsam sein muss. — In den meisten Fällen genügen aber die oben angegebenen in der Gestalt des Schuhes angebrachten Hülfsmittel.

In Schuhen der angegebenen Konstruktion geht und steht der Plattfüssige sehr frei von Beschwerden und kann möglichste Besserung seiner Deformität erfahren, namentlich wenn die Knochen noch in der Entwickelung begriffen sind.

Da die angegebenen Besonderheiten in dem Baue des Schuhes so leicht anzubringen sind und nichts Auffallendes darbieten, so können dieselben auch ohne Schwierigkeit der Prophylaxis dienen, wenn sie in Verbindung mit der von mir angegebenen nunmehr bereits allgemeiner verbreiteten rationellen Schuhgestalt angewendet werden.

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena.